



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102019151 A

(43) 申请公布日 2011. 04. 20

(21) 申请号 200910092607. 6

(22) 申请日 2009. 09. 18

(71) 申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 王浚 李运泽 明章鹏 张华

巩萌萌

(74) 专利代理机构 北京金恒联合知识产权代理

事务所 11324

代理人 李强 吴云华

(51) Int. Cl.

B01F 3/06 (2006. 01)

B04C 5/24 (2006. 01)

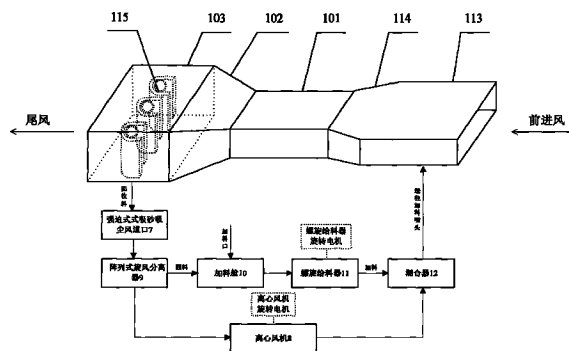
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 2 页

### (54) 发明名称

用于吹沙吹尘环境模拟系统的单回路砂尘料循环及砂尘浓度控制系统和方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种单回路砂尘料循环及浓度控制系统,包括强迫式吸砂吸尘风道口、阵列式旋风分离器、离心风机、加料舱、螺旋给料器、混合器,它们通过管道相连组成了一个单回路砂尘料循环系统,再通过来自试验段的风速及砂尘浓度信号,对离心风机旋转电机和螺旋给料器旋转电机进行闭环反馈控制,实现了砂尘浓度的控制系统。在本发明中,其回料、加料过程同步实现,并且在单个回路中实现回料和加料两个过程,结构紧凑、占用空间小、系统耗能低,特别适用于空间布局小,系统耗能低的情况。



1. 一种用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制系统，所述吹沙吹尘环境模拟系统包括一个循环风道，所述循环风道包括一个试验段 (101)，其特征在于包括：

一个砂尘回收部分 (115)，它被设置在所述试验段的下游，用于回收所述风道中的砂尘；

一个气-固分离部分 (9)，用于对来自所述砂尘回收部分 (115) 的气-固混合流进行分离；

一个砂尘料输送装置 (11)，用于把所述气-固分离部分 (9) 分离出的固体砂尘料输送至一个混合器 (12)；

一个气体驱动部分 (8)，它处于从所述气-固分离部分到所述混合器的一个气体管路中，

所述混合器 (12)，用于把所述气体驱动部分 (8) 送来的所述气体和所述砂尘料输送装置 (11) 送来的固体砂尘料相混合，形成混合的气-固混合流。

2. 如权利要求 1 所述的用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制系统，其特征在于进一步包括：

位于所述砂尘回收部分 (115) 与所述气-固分离部分 (9) 之间的一个强迫式吸砂吸尘风道口 (7)。

3. 如权利要求 1 所述的用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制系统，其特征在于：

所述循环风道进一步包括位于所述试验段下游的一个扩压段 (102) 和位于所述扩压段下游的一个分离段 (103)，

所述砂尘回收部分 (115) 包括设置在所述分离段 (103) 中的多个 U 型分离器 (115)。

4. 如权利要求 1 所述的用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制系统，其特征在于：

所述气-固分离部分 (9) 包括一个阵列式旋风分离器，阵列式旋风分离器进一步包括并联的多个旋流子 (901)，且

所述气体驱动部分 (8) 提供了所述砂尘回收部分 (115)、所述气-固分离部分 (9)、所述气体驱动部分 (8)、所述混合器 (12) 所构成的气体和 / 或气-固混合流回路的流动驱动。

5. 如权利要求 1 所述的用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制系统，其特征在于进一步包括：

设置在所述气-固分离部分 (9) 与所述砂尘料输送装置 (11) 之间的一个加料舱 (10)，所述加料舱 (10) 能够接收外部加来的砂尘料，

所述砂尘料输送装置 (11) 包括一个螺旋给料器，所述气体驱动部分 (8) 包括一个离心风机，

其中，

所述螺旋给料器与所述加料舱相连并位于所述加料舱下端，

根据来自所述试验段 (101) 的风速和 / 或砂尘浓度信号对所述螺旋给料器的转速进行闭环控制，从而实现对所述试验段 (101) 内砂尘浓度的控制，

根据来自所述试验段 (101) 的风速和 / 或砂尘浓度信号对所述离心风机 (8) 的转速进行闭环控制。

6. 一种用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制方法, 所述吹沙吹尘环境模拟系统包括一个循环风道, 所述循环风道包括一个试验段 (101), 其特征在于包括:

利用一个砂尘回收部分 (115) 回收所述风道中的砂尘, 所述砂尘回收部分 (115) 被设置在所述试验段的下游;

对来自所述砂尘回收部分 (115) 的气 - 固混合流进行分离;

用一个砂尘料输送装置 (11) 把所述气 - 固分离部分 (9) 分离出的固体砂尘料输送至一个混合器 (12);

利用一个气体驱动部分 (8) 把所述气 - 固分离部分 (9) 分离出的气体驱动到所述混合器 (12),

在所述混合器 (12) 把所述气体驱动部分 (8) 送来的所述气体和所述砂尘料输送装置 (11) 送来的固体砂尘料相混合, 形成混合的气 - 固混合流。

7. 如权利要求 6 所述的用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制方法, 其特征在于:

用所述气体驱动部分 (8) 提供包括所述砂尘回收部分 (115)、所述气 - 固分离部分 (9)、所述气体驱动部分 (8)、所述混合器 (12) 所的气体 / 气 - 固混合流回路中的流动驱动。

8. 如权利要求 6 所述的用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制方法, 其特征在于:

所述循环风道进一步包括位于所述试验段下游的一个分离段 (103),

所述砂尘回收部分 (115) 包括设置在所述分离段 (103) 中的多个 U 型分离器 115,

所述方法进一步包括利用一个强迫式吸砂吸尘管道 (7) 抽吸所述砂尘回收部分 (115) 所回收的砂尘。

9. 如权利要求 6 所述的用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制方法, 其特征在于:

利用所述气 - 固分离部分 (9) 所包括的多个并联的旋流子 (901) 进行砂尘与气体的气 - 固分离。

10. 如权利要求 6 所述的用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制方法, 其特征在于:

用设置在所述气 - 固分离部分 (9) 与所述砂尘料输送装置 (11) 之间的一个加料舱 (10) 接收外部加来的砂尘料,

用所述砂尘料输送装置 (11) 所包括的一个螺旋给料器把砂尘料从所述加料舱 (10) 输送到所述混合器 (12), 其中所述螺旋给料器与所述加料舱相连并位于所述加料舱下端, 所述气体驱动部分 (8) 包括一个离心风机 (8),

根据来自所述试验段 (101) 的风速和 / 或砂尘浓度信号对所述螺旋给料器的转速进行闭环控制, 从而实现对所述试验段 (101) 内砂尘浓度的控制,

根据来自所述试验段 (101) 的风速和 / 或砂尘浓度信号对所述离心风机 (8) 的转速进

行闭环控制。

## 用于吹沙吹尘环境模拟系统的单回路砂尘料循环及砂尘浓度控制系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于吹沙吹尘环境模拟系统的单回路砂尘料循环及砂尘浓度控制系统和方法。

### 背景技术

[0002] 砂尘环境是引起许多工程和 / 或武器装备失效的一个重要环境因素, 其主要损坏类型有: 冲蚀、磨损、腐蚀及渗透等。吹尘和吹砂试验是检验车辆、飞行器、电器设备、军用装备在沙漠、干旱地区和风沙天气条件下环境适应性和环境可靠性的重要手段。

[0003] 现有的砂尘料循环及砂尘浓度控制系统包括加料系统、回料与补料系统、砂尘浓度测量与调节系统三大部分。图 1 所示的是中国专利 ZL200510000070.8 公布的一种系统, 其中, 标号 1 为循环风道, 2 为加料舱, 3 为回收料斗, 4 为真空泵, 5 为旋风分离器, 6 为调压风机; 该系统的基本功能包括: 1) 在设备运行时将试验所需的砂尘料, 借助(干、湿)压缩空气, 由加料仓 2 输送至循环风道, 2) 同时将落在回收料斗 3 的沙尘料在真空泵 4 的带动下通过旋风分离器 5 输送回加料仓 2, 3) 根据浓度传感器测得的试验段砂尘浓度信号调节系统的加砂量。

[0004] 因为在整个沙尘环境模拟试验过程中, 需要根据情况增加或者减小砂尘料的浓度, 并且在现实的沙尘模拟环境试验过程中涉及到开启、运行、停止等不同阶段, 在这些不同阶段中, 循环风道中沙尘浓度经历增高、稳定、下降的不同过程, 所以, 需要在砂尘循环的回料过程中先将回收砂尘料进行气固分离, 以便实现对沙尘浓度的有效控制, 分离出的固体部分被循环输送到试验段的上游处时, 在与输送气体混合用于增加、调节试验段里的砂尘浓度。这样的分离 - 混合的砂尘循环设置可以使浓度控制的效率更高。

[0005] 该系统的一个基本要点是把沙尘模拟环境尽量局限在试验段, 而尽量降低风道的非试验段部分的沙尘量, 从而避免沙尘环境对风道等的不利影响。但该系统具有这样一些问题:

[0006] - 回料系统的动力来自真空泵 4, 加料系统的动力来自压缩空气, 加料、回料各采用不同的动力系统, 因而整个砂尘料循环及砂尘浓度控制系统的构造复杂。

[0007] - 由于加料系统借助压缩空气的作用通过气力传输的方式加料, 所以加料系统需要大量并且不间断的压缩空气, 为了产生大量并且不间断的压缩空气, 需要压缩机不停的工作, 这样便消耗了大量的能量。

[0008] - 由于回料系统也通过气力传输的方式进行回料, 但与加料系统不同的是, 回料系统是在真空泵 4 产生的抽吸力的作用下实现气力传输方式的回料, 为了能产生足够并且持续的抽吸力, 需要真空泵 4 连续不断的工作, 这样便消耗了大量的能量。

[0009] - 由于回料的大料斗 3 为了有利于回料的通畅, 料斗的坡度设计很大, 这样就使

回料的大料斗高度增加，并且回料的大料斗设置在循环风道 1 的下部，所以需要挖很深的地基才能放置下回收料斗 3。在这种情况下，带来了空间布局的困难，浪费了建设成本。

[0010] - 由于在加料系统中使用了压缩空气带动的气力传输系统，所以在加料的过程中在循环风道 1 中进入了大量的压缩空气，为了保持循环风道 1 内部压力稳定，需要调压风机 6 进行控制，这样便消耗了额外的能量。

## 发明内容

[0011] 本发明的技术方案致力于克服现有技术的上述和以下问题：

[0012] \* 加料系统需要专门设置气力传输管道，并且开通压缩机来提供压缩空气，这样便带来了额外的运行能耗；

[0013] \* 回料系统需要专门设置真空泵来提供抽吸力，回收料再在抽吸力的作用下回收，并且带来额外的运行能耗；

[0014] \* 回料系统需要在循环风道下部安装回料的大料斗，这样会面临整个循环风道下部空间布局的困难；

[0015] \* 伴随加料的过程，大量的压缩空气进入了循环风道，为了保持循环风道内气压的稳定，需要专门设置调压风机，并且带来额外的运行能耗。

[0016] 根据本发明的一个实施例，加料系统和回料系统被集成在一起，实现了一种单回路砂尘料循环系统，其结构紧凑，控制简单，从而提供了一种单回路砂尘料循环及砂尘浓度控制系统，具有占用空间小、系统耗能低的特点，特别适用于节约能源、空间利用率高的场合。

[0017] 本发明的各实施例包括了如下技术手段中的至少一部分：

[0018] - 用强迫式吸砂吸尘风道口代替现有技术中采用的回收料斗，从而有效地节约了空间和成本。此强迫式吸砂吸尘风道口实现了砂尘料的回收。

[0019] - 在强迫式吸砂吸尘风道之后接入阵列式旋风分离器，该阵列式旋风分离器包括多个旋流子，从而使分离效率更高，占据空间更小。此旋风分离器实现了对来自吸砂吸尘风道的气固两相回收料进行气固分离。

[0020] - 在阵列式旋风分离器之后连接可在砂尘环境中使用的离心风机，此离心风机提供了整个砂尘料循环系统的动力。

[0021] - 采用了一种单回路砂尘料循环及浓度控制系统，其特征在于：其包括强迫式吸砂吸尘风道、旋流子及下部加料装置、离心风机，它们分别通过管道相连并且组成一种单回路循环系统，再通过设在试验段的风速和浓度控制信号对离心风机和螺旋给料器进行控制，这样便实现了一种单回路砂尘料循环及浓度控制系统。

[0022] 本发明的一个特征在于：构成包括强迫式吸砂吸尘风道口、旋流子及加料舱、离心风机以及各自气力传输管道的一个单回路砂尘料循环系统；使位于分离段下部的砂尘料通过强迫式吸砂吸尘风道口被吸入到砂尘料循环系统，再在离心风机抽吸力的作用下借助气力传输流经旋风分离器。

[0023] 本发明的另一个特征在于：在旋风分离器内部实现气固分离，分离出的固体部分再次进入到加料舱以便重新用于加料用途，而气体部分通过气力传输风道继续传输并

进入到离心风机。离心风机设置在旋风分离器之后，它产生的抽吸力就是提供整个砂尘料循环系统的气力传输动力，并且通过来自试验段的风速及砂尘浓度信号实现对离心风机转速的闭环控制。

[0024] 本发明的再一个特征在于：气体部分从离心风机出来以后通过气力传输管道和加料舱下端的螺旋加料器相连，砂尘通过螺旋加料器排入到混合器中，这样便产生了用于加料的气固两相流，此气固两相流通过设在气力传输管道末端的加料喷头喷入到循环风道的收缩段，这样便实现了整砂尘料循环系统，也实现了对循环风道内其固两相流的浓度控制。

[0025] 本发明的再一个特征在于：螺旋给料器与加料舱相连并位于其下端，由它负责对气力传输管道加料，并通过来自试验段的风速及砂尘浓度信号对螺旋给料器的转速进行闭环控制，这样便实现了对循环风道内砂尘浓度的控制。

[0026] 根据本发明的一个方面，提供了一种用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制系统，所述吹沙吹尘环境模拟系统包括一个循环风道，所述循环风道包括一个试验段，其特征在于包括：

[0027] 一个砂尘回收部分，它被设置在所述试验段的下游，用于回收所述风道中的砂尘；

[0028] 一个气-固分离部分，用于对来自所述砂尘回收部分的气-固混合流进行分离；

[0029] 一个砂尘料输送装置，用于把所述气-固分离部分分离出的固体砂尘料输送至一个混合器；

[0030] 一个气体驱动部分，它处于从所述气-固分离部分到所述混合器的一个气体管路中，并把所述气-固分离部分分离出的气体驱动到所述混合器，

[0031] 所述混合器，用于把所述气体驱动部分送来的气体和所述砂尘料输送装置送来的固体砂尘料相混合，形成混合的气-固混合流。

[0032] 根据本发明的另一个方面，提供了一种用于吹沙吹尘环境模拟系统的砂尘料循环及砂尘浓度控制方法，所述吹沙吹尘环境模拟系统包括一个循环风道，所述循环风道包括一个试验段，其特征在于包括：

[0033] 利用一个砂尘回收部分回收所述风道中的砂尘，所述砂尘回收部分被设置在所述试验段的下游；

[0034] 对来自所述砂尘回收部分的气-固混合流进行分离；

[0035] 用一个砂尘料输送装置把所述气-固分离部分分离出的固体砂尘料输送至一个混合器；

[0036] 利用一个气体驱动部分把所述气-固分离部分分离出的气体驱动到所述混合器，

[0037] 在所述混合器把所述气体驱动部分送来的所述气体和所述砂尘料输送装置送来的固体砂尘料相混合，形成混合的气-固混合流。

[0038] 本发明的优点包括：

[0039] 1) 回料和加料采用单一、统一的动力系统（离心风机），使得整个砂尘料循环及砂尘浓度控制系统的布局大为简化；

[0040] 2) 与传统的吹砂吹尘环境试验装置系统相比, 由于本发明舍弃了回收料大料斗, 改为强迫式吸砂吸尘风道, 故使结构更加简单, 占据空间更小;

[0041] 3) 由于本发明不需要压缩空气, 所以不需要消耗用于运行压缩机的能源, 更加节约能源;

[0042] 4) 与传统的吹砂吹尘环境试验装置系统相比, 由于本发明的舍弃了用于回收料的真空泵, 故更加节约能源; 由于本发明的回料和加料都集成在一个单回路循环系统中, 故使整个砂尘料输送、加料、回收系统结构更加简单, 控制更方便。

## 附图说明

[0043] 图 1 为现有砂尘环境实验装置的砂尘料循环及浓度控制系统。

[0044] 图 2A 为根据本发明的一个实施例的循环风道气动布局结构示意图; 图 2B 为图 2A 所示的循环风道的一段的轴视图。

[0045] 图 3 为本发明单回路砂尘料循环流程图。

[0046] 图 4 为本发明单回路砂尘料循环及浓度控制系统连接示意图。

## 具体实施方式

[0047] 下面将结合附图对本发明的实施例作进一步的详细说明。

[0048] 吹砂、吹尘环境模拟设备一般包括循环风道、砂尘料系统、温度控制系统、湿度控制系统。其中, 循环风道用于提供试件在吹砂和吹尘环境的场所; 砂尘料系统用于实现试验环境的砂尘浓度, 通过试验段风速及浓度的信号对砂尘料系统中的离心风机及螺旋给料器进行闭环控制, 从而有效的实现对循环风道中砂尘浓度的控制; 温度控制系统、湿度控制系统、风道压力控制系统组成空气调节系统(未显示)。

[0049] 图 2A 为根据本发明的一个实施例的循环风道气动布局结构示意图; 图 2B 为图 2A 所示的循环风道的一段的轴视图。如图 2A 和 2B 所示, 根据本发明的一个实施例所应用于的一种循环风道 1 包括依次的试验段 101、扩压段 102、分离段 103、第一拐角段 104、第一收缩段 105、第二拐角段 106、方圆过渡段 107、动力段 108、圆方过渡段 109、变截面段 110、第三拐角段 111、第四拐角段 112、稳定段 113、第二收缩段 114、U 型分离器 115。

[0050] 图 3 所示的是根据本发明的一个实施例的单回路砂尘料循环流程图, 其中当循环风道试验段 101 下游部分内的气固两相流碰到 U 型分离器 115 时, 其中的砂尘料降落到分离段 103 的底部, 然后被吸入到强迫式吸砂吸尘风道口 7, 继续顺着管道流下去, 进入到阵列式旋风分离器 9, 在旋风分离器 9 的作用下固体部分进入到加料舱 10, 而气体部分则进入到离心风机 8; 固体部分经过位于加料舱 10 下游的螺旋给料器 11, 在混合器 12 中与离心风机 8 出来的气体相混合, 然后混合的气固两相流被喷入到循环风道位于试验段 101 上游的收缩段 114, 从而实现了砂尘料的循环。

[0051] 如图 4 所示的是根据本发明的一个实施例的单回路砂尘料循环及浓度控制系统的连接示意图, 该砂尘料循环系统包括:

[0052] 循环风道(图 4 里显示了循环风道的段 113、114、101、102、103),

[0053] - 强迫式吸砂吸尘风道口 7,

- [0054] - 离心风机 8,
- [0055] - 多个旋流子 901 组成的旋风分离器 9,
- [0056] - 加料舱 10,
- [0057] - 螺旋给料器 11,
- [0058] - 螺旋给料器旋转电机 1101,
- [0059] - 混合器 12,

[0060] 这些部分通过管道连接成根据本发明的一个实施例的单回路砂尘料循环及浓度控制系统。降落在循环风道分离段 103 的砂尘料在离心风机 8 的抽吸力作用下被吸入到强迫式吸砂吸尘管道口 7 中；由于离心风机 8 产生的抽吸力对砂尘料的回收产生了加速作用，故使砂尘料的回收效率更高。回收料在气力作用下继续顺着管道进入到旋风分离器 9，该旋风分离器 9 包括多个旋流子 901；每个旋流子 901 都能实现砂尘料的气固分离，相当于一个小型旋风分离器；而当把多个旋流子 901 组合起来变成一个阵列式旋风分离器时，该旋风分离器的效率更高，并且各旋流子 901 的高度即旋风分离器 9 的高度降低。阵列式旋风分离器 9 将气固两相流中的固体成分分离出来，并通过旋转阀 902 输送到加料舱 10，旋转阀 902 负责将旋风分离器 9 中分离出来的固体排出并且送到加料舱，而气体通过管道流过离心风机 8，这样便完成了一个回料动作。从离心风机 8 出来的气体再和螺旋给料器 11 出来的砂尘料在混合器 12 中混合，螺旋给料器 11 和加料舱 10 相通，这样便完成了一个加料动作。整个砂尘料循环过程中回料和加料同时完成，并且集成在同一个回路，故使整个砂尘料循环系统结构简单、节约空间、节约能源。

[0061] 下面将介绍在根据本发明的一个实施例的设备中的工作过程的一个实施例：

[0062] 如图 4 所示，当气固两相流流过试验段 101 后，再经过扩压段 102 的减速，最终气固两相流所携带的大量砂尘在分离器 115 的作用下沉落在分离段 103，在分离段 103 下部安装了强迫式吸砂吸尘管道口 7，落到分离段 103 下部的砂尘料在强迫式吸砂吸尘管道口 7 所产生的抽吸力作用下被吸入到强迫式吸砂吸尘管道 7，然后顺着管道进入到旋风分离器 9，旋风分离器 9 将呈气固两相流状态的回收料中的固体部分分离出来，然后回收到加料舱 10 中，而气体部分则再顺着管道流向了离心风机 8，这样便形成了一个完整的回收料动作。

[0063] 在离心风机 8 所产生的气力作用下，气体部分进入离心风机 8 后又继续顺着管道流到混合器 12。螺旋给料器 11 位于加料舱 10 和混合器 12 的之间，并且构成加料舱 10 的开关。螺旋给料器 11 将加料舱 10 中的砂尘料放出来，使这些砂尘料和来自离心风机 8 的气体在混合器 12 中混合，借助该气体的作用将砂尘料运送出去，从而形成了加料过程的气力传输，通过该气力传输将加料舱 10 中的砂尘料喷入循环风道 1 中的收缩段 114，形成一个完整的加料动作。

[0064] 在回料和加料过程中都借助了离心风机 8 的动力，该离心风机 8 转速的大小决定了回料和加料的快慢，并且砂尘料循环管道中的风速要和循环风道 1 中的风速协调。设置在试验段 101 中的风速和浓度传感器（未显示）对循环风道 1 中的风速和浓度进行检测，通过该风速和浓度信号对离心风机 8 的转速进行闭环控制。

[0065] 螺旋给料器 11 决定着加料的量，通过利用所述风速和浓度信号对旋转电机 1101 的转速进行控制，实现给料量的闭环控制。

[0066] 离心风机 8 与螺旋给料器 11 共同在风速和浓度信号的控制下完成了整个砂尘料的浓度控制。

[0067] 本发明的效果

[0068] 本发明能够有效地实现吹砂吹尘环境试验系统的砂尘浓度控制，以满足环境试验所需要的砂尘浓度条件，而且结构简单，占用空间小，具有一体化的结构，而且能够有效节约能源和空间。

[0069] 附图标号说明：

[0070] 1. 循环风道 101. 试验段 102. 扩压段 103. 分离段

[0071] 104. 第一拐角段 105. 第一收缩段 106. 第二拐角段 107. 方圆过渡

[0072] 108. 动力段 109. 圆方过渡 110. 变截面段

[0073] 111. 第三拐角段 112. 第四拐角段 113. 稳定段

[0074] 114. 第二收缩段 115. U 型分离器 2. 加料舱 3. 回收大料斗

[0075] 4. 真空泵 5. 旋风分离器 6. 调压风机

[0076] 7. 强迫式吸砂吸尘管道口

[0077] 8. 离心风机 9. 多旋流子式旋风分离器 901. 旋流子

[0078] 902. 旋转阀 10. 加料舱 11. 螺旋给料器

[0079] 101. 螺旋给料器旋转电机 12. 混合器

[0080] 应当理解的是，在以上叙述和说明中对本发明所进行的描述只是说明而非限定性的，且在不脱离如所附权利要求书所限定的本发明的前提下，可以对上述实施例进行各种改变、变形、和 / 或修正。

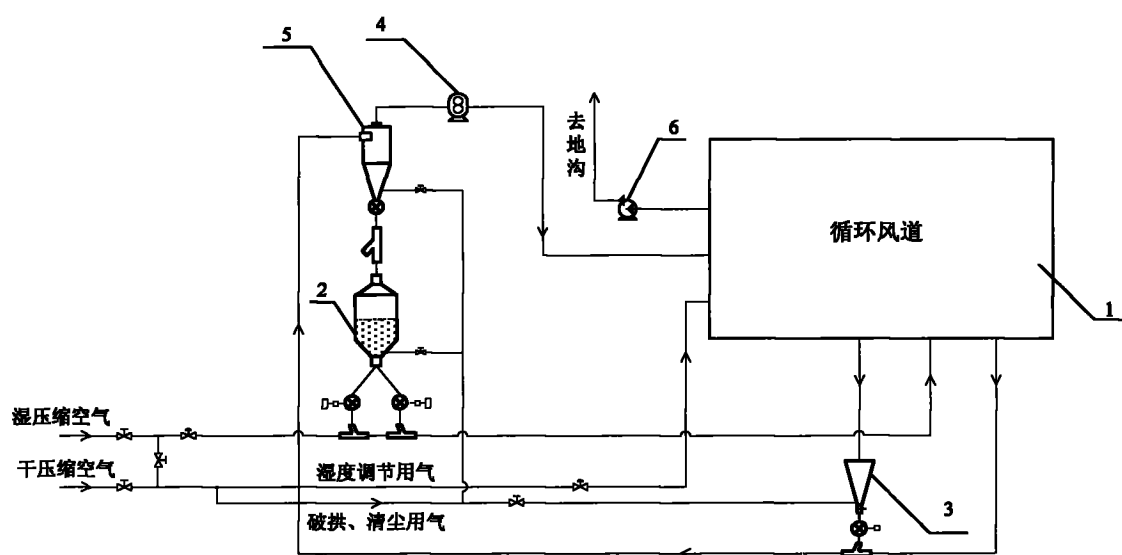


图 1

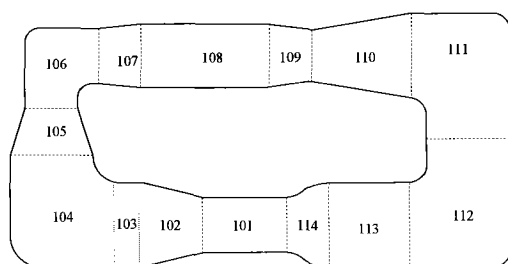


图 2A

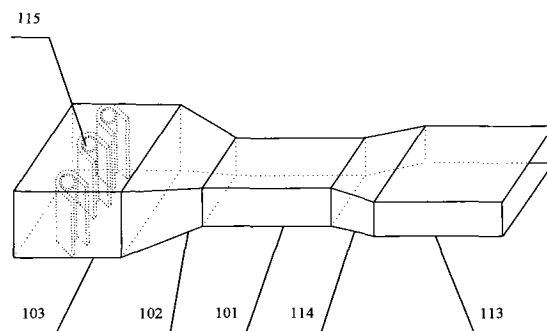


图 2B

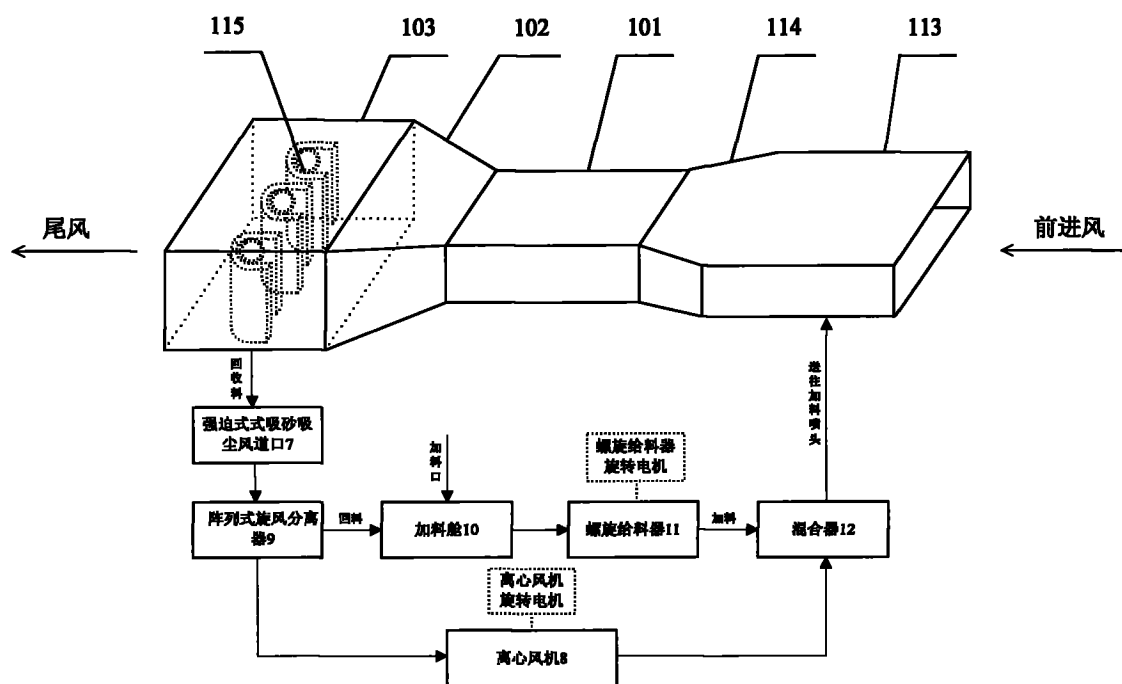


图 3

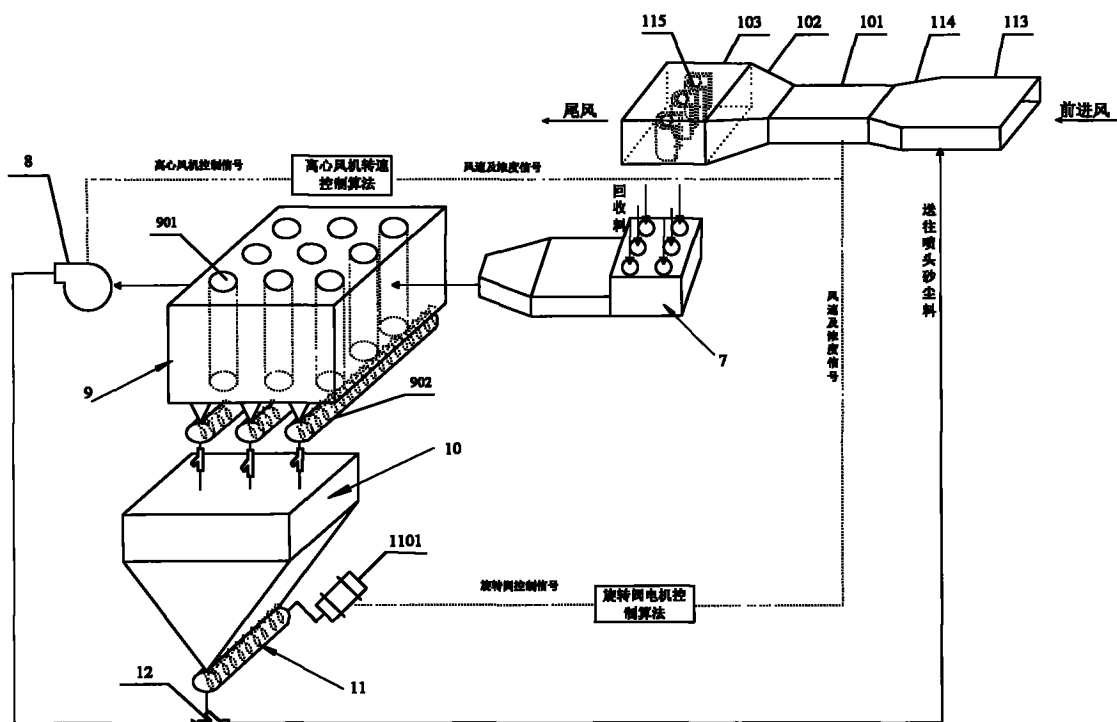


图 4