



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110134154 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201910433080.2

(22)申请日 2019.05.23

(71)申请人 南京工程学院

地址 211167 江苏省南京市江宁科学园弘
景大道1号

(72)发明人 乔正辉 梁绍华 王红艳 潘效军
毕小龙 张思文 孙荣岳 顾海明
田永伟 王毅林 陈凌海 边彩霞
牛淼淼 孙绍鑫 朱雪飞

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 刘珊珊

(51)Int.Cl.

G05D 11/13(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54)发明名称

一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式
优化装置及方法

(57)摘要

本发明公开了一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置及方法,由声场操控悬浮颗粒装置、光学成像系统、微粒浓度时空分布数据、包括多个传声器的传声器阵列、声压采集及分析系统、声场分布、数据库、控制方案、控制器组和执行器组组成;声场操控悬浮颗粒装置包括波导、Helmholtz声源、功率放大器、信号发生器;波导为边数为N的正多边形;N个声源围绕波导中心对称的安装在波导的N个边壁面上;声场分布呈现为波包图案;数据库包括声场分布与微粒浓度时空分布数据相对应的关系。本发明考察声场分布的波包形状,运用反馈式调节手段,多参数快捷调节微粒操控效果,在锅炉清灰、声波除尘、微粒的捕捉和收集等方面具有应用潜力。

1. 一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置,其特征在于:主要由声场操控悬浮颗粒装置(1)、光学成像系统(2)、微粒浓度时空分布数据(3)、包括一个以上传声器(41)的传声器阵列(4)、声压采集及分析系统(5)、声场分布(6)、数据库(7)、控制方案(8)、控制器组(9)和执行器组(10)组成。

2. 根据权利要求1所述的一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置,其特征在于:所述声场操控悬浮颗粒装置(1)包括波导(11)、Helmholtz声源(12)、功率放大器(13)、信号发生器(14);

所述波导(11)为边数为N的正多边形;N个Helmholtz声源围绕波导中心对称的安装在波导的N个边壁面上;功率放大器、信号发生器和N个Helmholtz声源通过导线(16)连接组成电学通路,N为自然数。

3. 根据权利要求1所述的一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置,其特征在于:所述声场分布(6)呈现为波包图案;所述数据库(7)包括声场分布(6)与微粒浓度时空分布数据(3)相对应的关系。

4. 根据权利要求1所述的一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置,其特征在于:所述控制方案(8)为通过对比微粒浓度时空分布数据(3)、声场分布(6)和数据库(7)得出的用于调控声场操控悬浮颗粒效果的优化策略;

所述控制器组(9)包括能够调节Helmholtz声源运行数量、输入电压振幅、输入信号频率、以及流入波导内的混合有悬浮颗粒的流体的流量等其它变量的多个控制器,用于控制执行器组动作;

所述执行器组(10)包括能够控制Helmholtz声源的运行数量、输入电信号电压振幅、输入电信号频率、以及流入波导内混合有悬浮颗粒的流体的流量等其它变量的多个执行器。

5. 一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化方法,其特征在于:包括以下步骤:

1) 利用光学成像系统(2)测试并记录声场操控悬浮颗粒装置(1)内的大量悬浮颗粒在时空上呈现的微粒浓度时空分布数据(3);

2) 利用传声器阵列(4)测试声场操控悬浮颗粒装置(1)内多个位置的声压变化信号,进而送入声压采集及分析系统(5),以获得不同位置、不同时刻的声压数据,进一步的,绘制声压跟随时间和空间位置变化的声场分布(6);

3) 将微粒浓度时空分布数据(3)、声场分布(6)与数据库(7)进行对比,获得能够调控声场操控悬浮颗粒效果的控制方案(8);

4) 依据控制方案(8),设定控制器组(10)的各项参数,从而控制执行器组(10)的调节动作,进而获得不同的声场分布和微粒浓度时空分布数据;

5) 依次反复进行步骤1)、2)、3)、4)过程,使它们构成反馈式优化过程,最终实现声场操控微粒浓度时空分布的最佳效果。

一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置及方法,属于气体介质中微粒控制和清除领域。

背景技术

[0002] 微粒控制和清除在锅炉清灰、燃烧源PM_{2.5}脱除、微粒的捕捉和收集等工程热物理和能源利用、环保和微粒传输方面具有重要应用。

[0003] 声场对空气介质中悬浮颗粒运动特性的操控在微粒控制和清除工艺探索过程中具有巨大的研究价值,例如声波团聚、声波吹灰、声波除尘、微粒的捕捉和收集等。

[0004] 在声波团聚机制研究过程中,当前研究较多关注声学团聚核函数,虽然它明确强调了空间分布均匀的强声场(例如声学行波场),但是空间分布非均匀的声场起伏结构(例如声学驻波场的起伏结构)对于微粒控制和清除的有益性机制关注不足。

[0005] 对于流体介质中混合的大量悬浮微粒而言,如煤、生物质、各种燃油等燃烧源悬浮颗粒,如何快捷、高效的改变微粒浓度并把微粒从流体介质中分离出来是PM_{2.5}污染物控制研究面临的挑战。

发明内容

[0006] 发明目的:为了克服现有技术中存在的问题,本发明提供一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置及方法,本发明通过结合声场分布辨析和反馈式调节方法,在声场操控悬浮颗粒装置运行过程中能够快速调节声场操控微粒浓度分布的效果。

[0007] 技术方案:为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0008] 一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置,主要由声场操控悬浮颗粒装置、光学成像系统、微粒浓度时空分布数据、包括一个以上传声器的传声器阵列、声压采集及分析系统、声场分布、数据库、控制方案、控制器组和执行器组组成;

[0009] 其中,声场操控悬浮颗粒装置包括波导、Helmholtz声源、功率放大器、信号发生器;

[0010] 其中,波导为边数为N的正多边形;N个Helmholtz声源围绕波导中心对称的安装在波导的N个边壁面上;功率放大器、信号发生器和N个Helmholtz声源通过导线连接组成电学通路,N为自然数。

[0011] 其中,声场分布呈现为波包图案。

[0012] 其中,数据库包括声场分布与微粒浓度时空分布数据相对应的关系。

[0013] 其中,控制方案为通过对比微粒浓度时空分布数据、声场分布和数据库得出的用于调控声场操控悬浮颗粒效果的优化策略。

[0014] 其中,控制器组包括能够调节Helmholtz声源运行数量、输入电压振幅、输入信号频率、以及流入波导内的混合有悬浮颗粒的流体的流量等其它变量的多个控制器,用于控制执行器组动作;

[0015] 其中,执行器组包括能够控制Helmholtz声源的运行数量、输入电信号电压振幅、输入电信号频率、以及流入波导内混合有悬浮颗粒的流体的流量等其它变量的多个执行器。

[0016] 一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化方法,其特征在于:包括以下步骤:

[0017] 1) 利用光学成像系统(2)测试并记录声场操控悬浮颗粒装置(1)内的大量悬浮颗粒在时空上呈现的微粒浓度时空分布数据(3);

[0018] 2) 利用传声器阵列(4)测试声场操控悬浮颗粒装置(1)内多个位置的声压变化信号,进而送入声压采集及分析系统(5),以获得不同位置、不同时刻的声压数据,进一步的,绘制声压跟随时间和空间位置变化的声场分布(6);

[0019] 3) 将微粒浓度时空分布数据(3)、声场分布(6)与数据库(7)进行对比,获得能够调控声场操控悬浮颗粒效果的控制方案(8)。

[0020] 4) 依据控制方案(8),设定控制器组(10)的各项参数,从而控制执行器组(10)的调节动作,进而获得不同的声场分布和微粒浓度时空分布数据。

[0021] 5) 依次反复进行步骤1)、2)、3)、4)过程,使它们构成反馈式优化过程,最终实现声场操控微粒浓度时空分布的最佳效果。

[0022] 有益效果:本发明提供的声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置及方法,通过构造并观察装置运行过程中声场分布的波包形状,能够便于调节装置运行参数以获得最佳声场分布,同时便于直观判断和调节声场操控微粒的运动过程;通过反馈式调节手段,能够实现多参数调节,方便装置自动控制运行,以获得操控微粒的最佳效果;通过将声场分布与微粒浓度时空分布数据相对应的关系构成数据库,并在将其与实时测量相比对的基础上,能够快速得出优化方案,增加调控的灵敏性。

附图说明

[0023] 图1为本发明一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化装置的示意图;

[0024] 图2为本发明声场操控悬浮颗粒装置的一种示意图;

[0025] 图3为本发明的一种传声器阵列的布置示意图;

[0026] 图4为本发明的一种声场分布示意图;

[0027] 图5为本发明在8极Helmholtz声源同步运行条件下装置及其声场测试方法的示意图;

[0028] 图6为本发明的另一种声场分布示意图。

[0029] 图中:1-声场操控悬浮颗粒装置;11-波导;12-Helmholtz声源;13-功率放大器;14-信号发生器;15-导线;2-光学成像系统;3-微粒浓度时空分布数据;4-传声器阵列;41-传声器;5-声压采集及分析系统;6-声场分布;61-子波包;7-数据库;8-控制方案;9-控制器组;10-执行器组。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0031] 如图1~4所示,为一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化技术,由声场操控悬浮颗粒装置1、光学成像系统2、微粒浓度时空分布数据3、包括多个传声器41的传声器

阵列4、声压采集及分析系统5、声场分布6、数据库7、控制方案8、控制器组9和执行器组10组成。

[0032] 其中,声场操控悬浮颗粒装置1包括波导11、Helmholtz声源12、功率放大器13、信号发生器14。

[0033] 其中,波导11为边数为N的正多边形;N个Helmholtz声源围绕波导中心对称的安装在波导的N个边壁面上;功率放大器、信号发生器和N个Helmholtz声源由导线16组成电学通路。

[0034] 其中,声场分布6呈现为波包图案。

[0035] 其中,数据库7包括声场分布6与微粒浓度时空分布数据3相对应的关系。

[0036] 其中,控制方案8为通过对比微粒浓度时空分布数据3、声场分布6和数据库7得出的用于调控声场操控悬浮颗粒效果的优化策略。

[0037] 其中,控制器组9包括能够调节Helmholtz声源运行数量、输入电压振幅、输入信号频率、以及流入波导内的混合有悬浮颗粒的流体的流量等其它变量的多个控制器,用于控制执行器组动作。

[0038] 其中,执行器组10包括能够控制Helmholtz声源的运行数量、输入电信号电压振幅、输入电信号频率、以及流入波导内混合有悬浮颗粒的流体的流量等其它变量的多个执行器。

[0039] 一种声场操控微粒浓度时空分布的反馈式优化方法,包括以下步骤:

[0040] 1) 利用光学成像系统2测试并记录声场操控悬浮颗粒装置1内的大量悬浮颗粒在时空上呈现的微粒浓度时空分布数据3;

[0041] 2) 利用传声器阵列4测试声场操控悬浮颗粒装置1内多个位置的声压变化信号,进而送入声压采集及分析系统5,以获得不同位置、不同时刻的声压数据,进一步的,绘制声压跟随时间和空间位置变化的声场分布6;

[0042] 3) 将微粒浓度时空分布数据3、声场分布6与数据库7进行对比,获得能够调控声场操控悬浮颗粒效果的控制方案8;

[0043] 4) 依据控制方案8,设定控制器组10的各项参数,从而控制执行器组10的调节动作,进而获得不同的声场分布和微粒浓度时空分布数据;

[0044] 5) 依次反复进行步骤1)、2)、3)、4)过程,使它们构成反馈式优化过程,最终实现声场操控微粒浓度时空分布的最佳效果。

[0045] 图2为本发明声场操控悬浮颗粒装置的一种示意图,其中波导为正16边形,16个Helmholtz声源围绕波导中心对称的安装在波导的16个边壁面上。Helmholtz声源为“点”声源,并由扬声器振膜、空腔和通孔组成的只有通孔和外界相连的Helmholtz共振器形半封闭结构。O点为正16边形波导的中心,OP线段为正16边形波导的内切圆半径,OQ线段为正16边形波导的外接圆半径。波导在x-y-z坐标系的z轴方向上的长度不为零。利用导线16将功率放大器13、信号发生器14和N个Helmholtz声源12连接成电学通路。

[0046] 图3为本发明传声器阵列的一种布置示意图。X₁、X₂、X₃、X₄、X₅、X₆、X₇、X₈、X₉、X₁₀和X₁₁为传声器41在波导内沿径线OP和OQ方向上的布置位置,相邻位置之间的距离小于四分之一一个波长。

[0047] 图4为本发明的一种声场分布示意图,具体为在图2和图3示意的装置和测试条件

下,16个Helmholtz声源同步运行时用传声器阵列测得的声场波包图案,横坐标表示布置传声器的测点位置,纵坐标表示测得的声压数据。在用声压数据表示声场分布的前提下,图4表示了至少在至少一个时间周期里测得的瞬时声压数据随波导内不同位置的变化规律,其中相同位置的各声压数据的相邻时间间隔远小于四分之一时间周期。声场分布6具有5个子波包61。

[0048] 图5为本发明在8极Helmholtz声源同步运行条件下装置及其声场测试方法的示意图,其中,与任意一个运行Helmholtz声源相邻的Helmholtz声源不工作。基于该装置运行工况,图6为本发明的另一种声场分布示意图,声场分布6具有4个子波包61,并且与图4表示的声场分布明显不同。

[0049] 经过上述反馈式优化过程,获得具有特定波包样式的声场分布,实现期望的微粒浓度时空分布调控效果,例如在声辐射力和二次辐射力的作用下,流体中悬浮的各个微粒依据声场分布中子波包的波腹和波节的位置进行迁移、团聚、沉降和脱除。

[0050] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

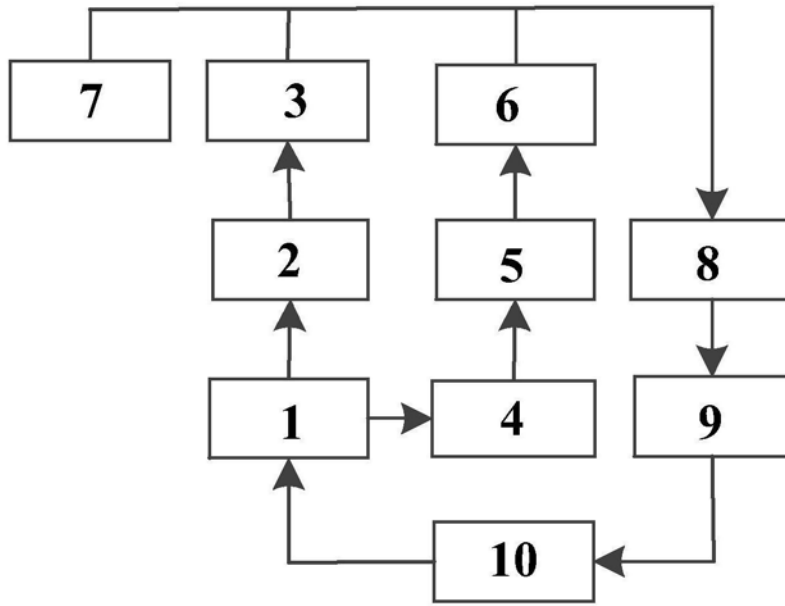


图1

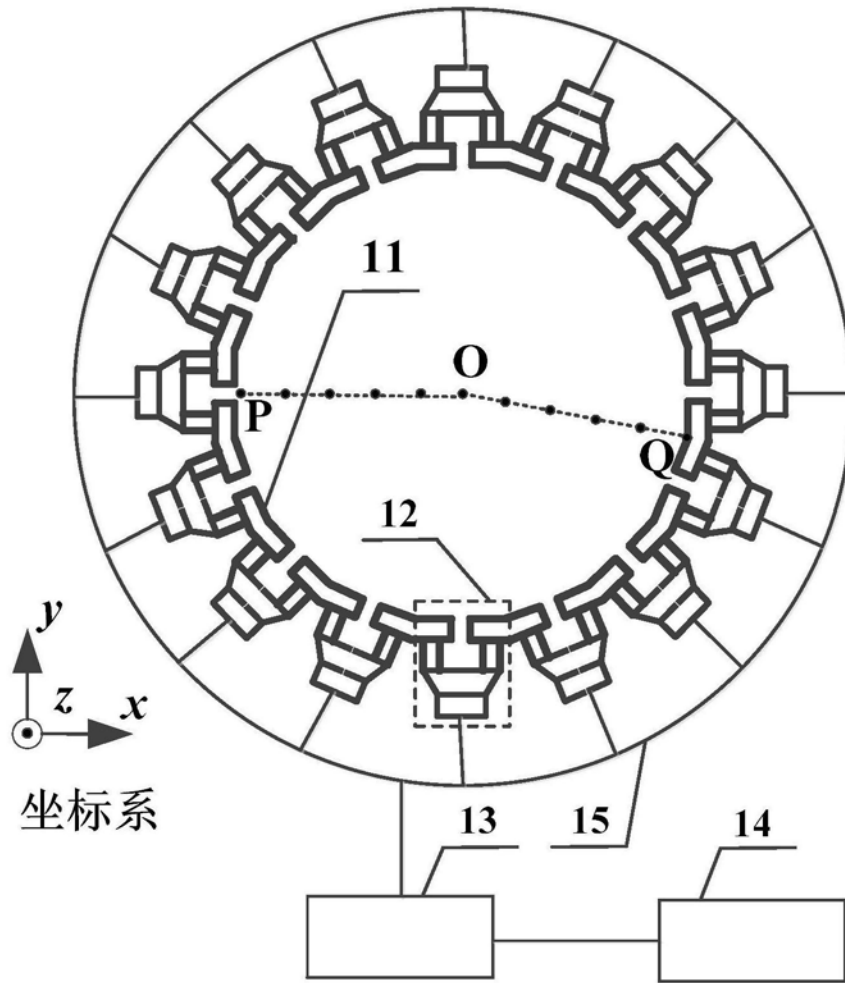


图2

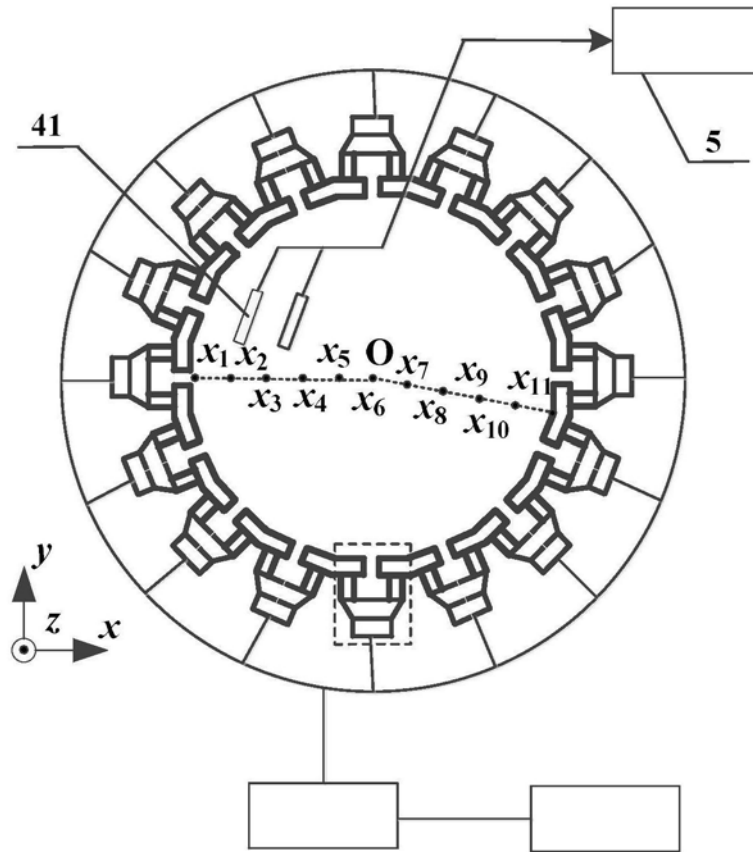


图3

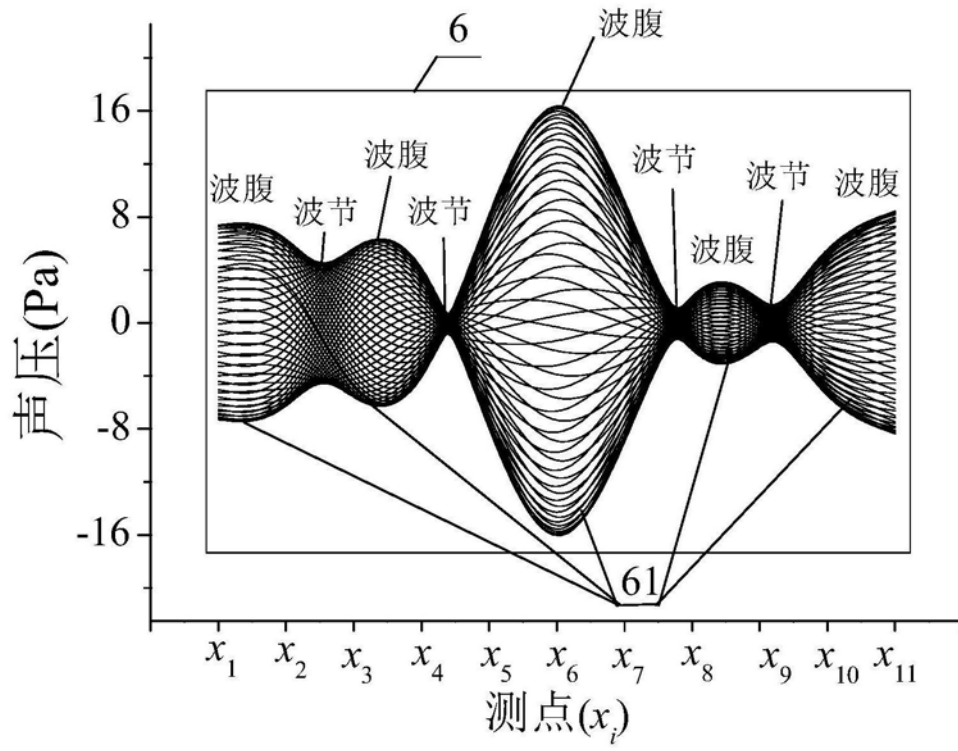


图4

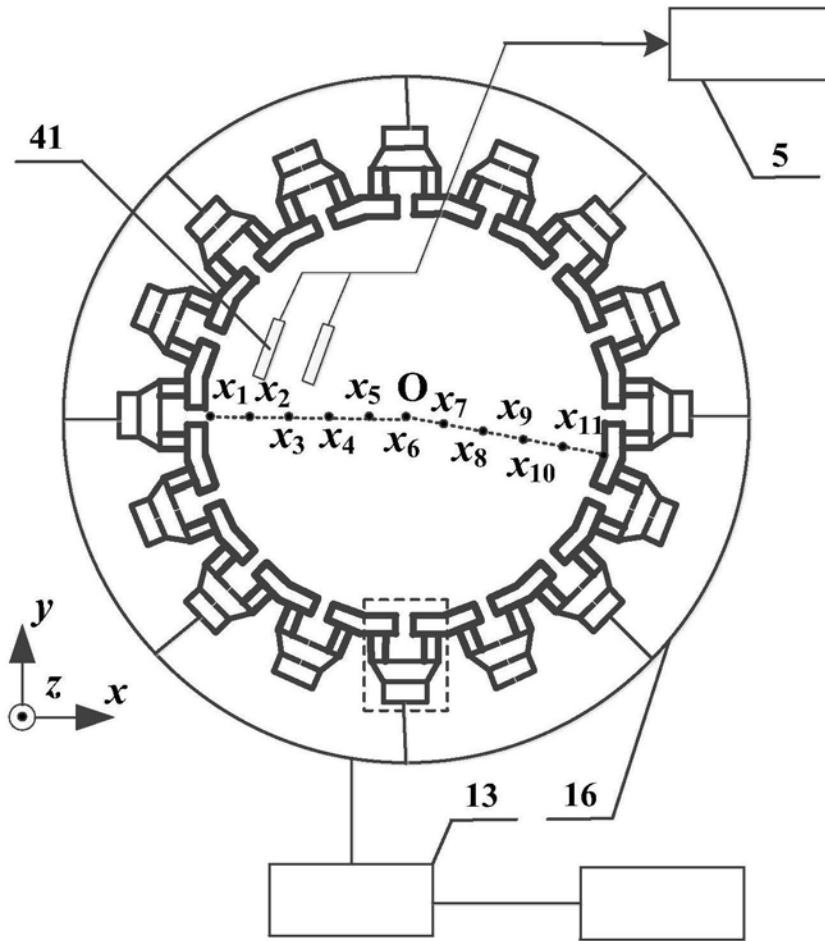


图5

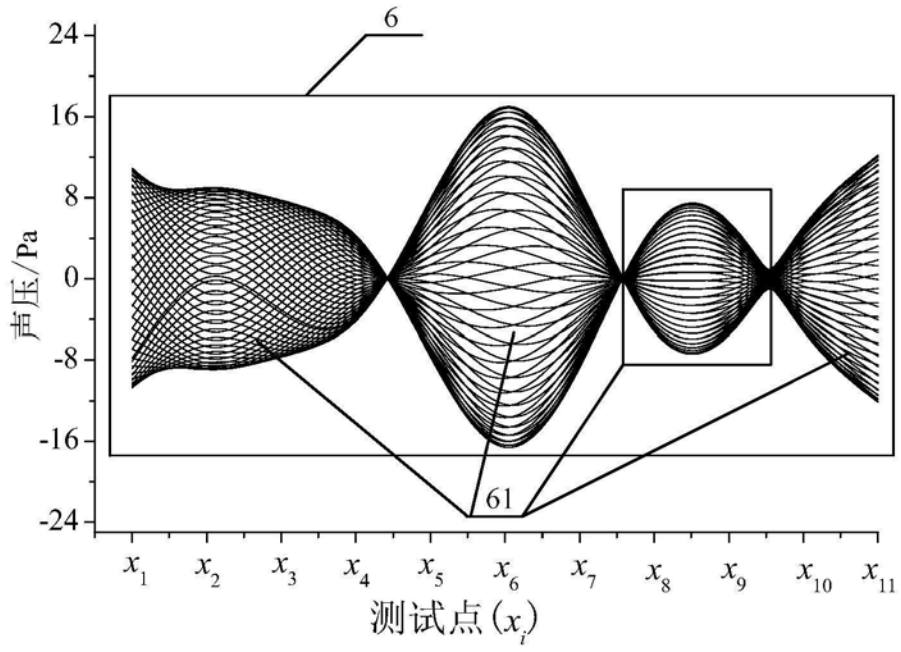


图6