



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102492480 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 30

(21) 申请号 201110358762. 5

(22) 申请日 2011. 11. 14

(73) 专利权人 武汉工程大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区雄楚大街
693 号

(72) 发明人 喻九阳 常跃 王成刚 徐建民
郑小涛 易国英 林纬 聂思皓

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

代理人 崔友明

(51) Int. Cl.

G10J 3/52 (2006. 01)

审查员 林丹丹

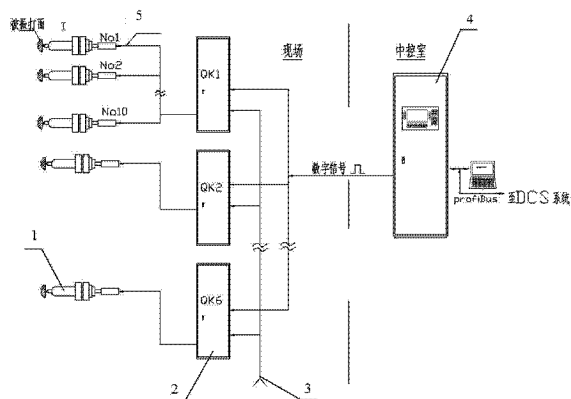
权利要求书1页 说明书7页 附图10页

(54) 发明名称

自动振打除灰系统

(57) 摘要

本发明涉及自动振打除灰系统,电气控制柜和 PLC 可编程程序控制柜,PLC 可编程程序控制柜接入 DCS 系统,并与电气控制柜相连,电气控制柜通过气管与机械振打器上的气缸相连,多个机械振打器安装在气化炉水冷壁的不同部位,氮气通过密封氮气软管通入机械振打器的进气口;压缩空气接入电气控制柜后被整定为动力气源和控制气源,动力气源通过动力气源软管与机械振打器的气缸动力气源接口相连,控制气源通过控制气源软管与机械振打器的气缸控制气源接口相连。本发明其技术先进之处在于:结构更加紧凑;有效防止出现气化设备内部气体外泄。更有效地实现对振打力、振打频率、振打顺序的控制;分布式控制系统管理集中、控制分散。



1. 一种自动振打除灰系统,其特征在于包括有机械振打器(1)、气源(3)、气体外漏报警装置(5)、电气控制柜(2)和 PLC 可编程程序控制柜(4),所述的 PLC 可编程程序控制柜接入 DCS 系统,并与电气控制柜相连,电气控制柜通过气管与机械振打器上的气缸相连,多个机械振打器安装在气化炉水冷壁的不同部位,以实现自动振打除灰,气体外漏报警装置(5)与机械振打器(1)相连,氮气通过密封氮气软管通入机械振打器的进气口;压缩空气接入电气控制柜后被整定为 0.35MPa 的动力气源和 0.6MPa 的控制气源,动力气源通过动力气源软管与机械振打器的气缸动力气源接口相连,控制气源通过控制气源软管与机械振打器的气缸控制气源接口相连;所述的机械振打器包括有双向内密封结构,其包括有弹簧(13)、活塞(14)和 Y 型密封圈(17),所述的活塞(14)安设在弹簧(13)一侧并与弹簧(13)紧密接触连接,所述的弹簧起始时处于压缩态,在活塞(14)上设置有四个环形沟槽和两个矩形沟槽(16),所述的两个矩形沟槽(16)安设在四个环形沟槽一侧;活塞环(15)安设在环形沟槽内,所述的 Y 型密封圈(17)为由两个 Y 型密封圈组成的双向 Y 型密封圈;所述的两个 Y 型密封圈分别安设在活塞(14)的两个矩形沟槽(16)内,其唇口朝向相反方向;Y 型密封圈(17)和活塞环(15)在活塞(14)处密封形成一道压力赋能型密封,工作状态下能产生自封作用,以提高 Y 型密封圈(17)在活塞与活塞套管(18)间的密封效果。

2. 按权利要求 1 所述的自动振打除灰系统,其特征在于所述的机械振打器采用以下布局控制方法:将机械振打器分别设定在气化炉水冷壁的总高度的 $1/4$, $1/2$ 和 $3/4$ 三个高度位置,其分布区域的特定分布点为:其中,在 $1/2$ 高度安装机械振打器时,应沿周向均匀分布八个,由两个方位系列组成,分别为 45° 、 135° 、 225° 、 315° 方位系列和 0° 、 90° 、 180° 、 270° 方位系列;在 $1/4$ 和 $3/4$ 高度上分别沿周向均匀分布六个机械振打器,由两个方位系列组成,分别为 30° 、 150° 、 270° 方位系列和 90° 、 210° 、 330° 方位系列。

3. 按权利要求 2 所述的自动振打除灰系统,其特征在于所述的机械振打器按照以下激振时间差进行操作: $1/2$ 高度上两个方位系列的激振时间差为 $0.037(2n-1)/2$,单位为秒,其中 $n \geq 1$; $1/4$ 和 $3/4$ 高度上两个方位系列及不同高度层的激振时间差均为 $0.037(2n-1)/2$,单位为秒,其中 $n \geq 1$ 。

自动振打除灰系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于干粉煤气化技术的关键设备,具体的是涉及一种自动振打除灰系统。

背景技术

[0002] 我国“煤多油缺”的资源分布结构,决定了在能源消费结构中煤炭将会在很长一段时间内被作为主要一次能源,但由于转化技术和工艺手段的制约,绝大多数的煤化工及煤电企业的煤炭利用过程都存在利用率低、污染大等问题。基于这一难题,上世纪 90 年代后期,国家开始采用洁净煤技术并进行工程化应用推广,煤气化技术被作为洁净煤技术的重要内容之一。在煤气化工艺中,气化炉的激冷管、气体返回室和合成气冷却器的筒形膜式壁、蒸发器段等传热面极易积灰,从而大大降低了传热效率和导致气化炉出口温度大幅升高;根据整个气化炉系统的安全性要求,当气化炉出口温度大于 35℃ 时,整个系统将会自动停车停产。因此,煤气化过程中传热面的积灰问题成为影响煤气化技术系统设备中必须面临和解决的难题。

[0003] 目前,各行业中较为普遍的除灰手段是使用机械振打器或者电磁振打器。机械振打器主要有锤击振打器和弹簧凸轮振打器,锤击振打器是靠装在回转轴上的摇臂锤对极板进行轮流振打;弹簧凸轮振打器是通过类似于凸轮的装置产生周期振打动作。机械振打器振打力大、分布均匀、清灰干净彻底。然而机械振打器在振打过程中易损坏,且维修困难。为此,机械振打器又有了一些改进,由振打锤、拨叉板、振打砧等组成,制造简单且安装方便,但这些振打器同传统振打器一样易磨损,且不易控制,振打效果不好。

[0004] 电磁式振打器,主要是通过脉冲电流发生器以控制电磁铁振打,即当振打器线圈通以脉冲电流后,会在螺线管内产生电磁感应力。电磁振打器可选用微机来管理,通过可编程程序控制器实现振打程序控制,可实现振打力和振打频率灵活控制,但存在的问题是,随着工作时间的增加,吸附灰尘的极板表面积灰增厚,吸尘效率下降,振打效果仍然不好。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术而提供一种自动振打除灰系统,从而减小传热面的积灰,提高效率。

[0006] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案是:一种自动振打除灰系统,其特征在于包括有机械振打器、气源、气体外漏报警装置、电气控制柜和 PLC 可编程程序控制柜,所述的 PLC 可编程程序控制柜接入 DCS 系统,并与电气控制柜相连,电气控制柜通过气管与机械振打器上的气缸相连,多个机械振打器安装在气化炉水冷壁的不同部位,以实现自动振打除灰,气体外漏报警装置与机械振打器相连,氮气通过密封氮气软管通入机械振打器的进气口;压缩空气接入电气控制柜后被整定为 0.35MPa 的动力气源和 0.6MPa 的控制气源,动力气源通过动力气源软管与机械振打器的气缸动力气源接口相连,控制气源通过控制气源软管与机械振打器的气缸控制气源接口相连。

[0007] 按上述方案,所述的机械振打器包括有双向内密封结构,其包括有弹簧、活塞和 Y 型密封圈,所述的活塞安设在弹簧一侧并与弹簧紧密接触连接,在活塞上设置有环形沟槽和矩形沟槽;Y 型密封圈安设在活塞的矩形沟槽内,所述的 Y 型密封圈为由两个 Y 型密封圈组成的双向 Y 型密封圈,其唇口朝向相反方向;Y 型密封圈在活塞处密封形成一道压力赋能型密封,工作状态下能产生自封作用,以提高 Y 型密封圈在活塞与活塞套管间的密封效果。

[0008] 按上述方案,还包括有 4 个活塞环,其安装在活塞上的环形沟槽内。

[0009] 按上述方案,所述的弹簧起始时处于压缩态。

[0010] 按上述方案,所述的机械振打器采用以下布局控制方法:将机械振打器分别设定在气化炉水冷壁的总高度的 $1/4$ 、 $1/2$ 和 $3/4$ 三个高度位置,其分布区域的特定分布点为:其中,在 $1/2$ 高度安装机械振打器时,应沿周向均匀分布八个,由两个方位系列组成,分别为 45° 、 135° 、 225° 、 315° 方位系列和 0° 、 90° 、 180° 、 270° 方位系列;在 $1/4$ 和 $3/4$ 高度上分别沿周向均匀分布六个机械振打器,由两个方位系列组成,分别为 30° 、 150° 、 270° 方位系列和 90° 、 210° 、 330° 方位系列。

[0011] 按上述方案,所述的机械振打器按照以下激振时间差进行操作: $1/2$ 高度上两个方位系列的激振时间差为 $0.037(2n-1)/2$,单位为秒,其中 $n \geq 1$; $1/4$ 和 $3/4$ 高度上两个方位系列及不同高度层的激振时间差均为 $0.037(2n-1)/2$,单位为秒,其中 $n \geq 1$ 。

[0012] 本发明的单个 Y 型密封圈只能单向起作用,机械振打器工作时,采用一定压力氮气(比气化炉内气体压力高 $0.5 \sim 0.6\text{MPa}$)对气化炉内有效气体进行密封,为了进一步防止氮气的内漏,在活塞上布置另一个 Y 型密封圈,唇口朝向氮气侧,构成双向 Y 型密封圈,实现气体的双向密封。

[0013] 本发明在防止气化炉内有效气体泄漏时,在活塞导筒内通入一定压力氮气(一般比气化炉内压力大 $0.5 \sim 0.6\text{MPa}$),在活塞微小位移的过程中,依靠气体的压力差,在活塞环外圆面以及活塞环和环形沟槽的一个侧面之间形成内密封;由于气化炉内的高温以及活塞与壁面的摩擦,使得活塞的温度比较高,通过活塞环将活塞的热量传导给活塞套管,增强散热,即起冷却作用,保护活塞;此外,活塞环还起到支承作用;活塞环将活塞保持在活塞套筒中,防止活塞与活塞套管壁直接接触,保证活塞平顺运动,降低摩擦阻力,减少结构的摩擦损伤,并增加能量传递效率。

[0014] 双向 Y 型密封圈有效解决了机械振打器的内密封问题,避免了氮气在活塞与活塞套管密封处发生泄露并产生露点腐蚀,有效保护了密封元件,延长机械振打器的使用寿命;活塞环在活塞与活塞导筒接触处形成一道密封,进一步增强结构的内密封能力;活塞环套在活塞上可有效降低活塞与活塞导筒摩擦,减小摩擦损伤,延长结构的使用寿命;因为弹簧可以压缩,允许安装时有一定余量,大大方便了导筒的安装,在工作状态时,预紧力使产生位移的撞击杆和活塞杆又恢复原来位置,保持了气化炉壁面、撞击杆和活塞杆三者紧密接触,增大了能量的传递效率,且由于弹簧的可压缩,可以大大减小作用在弹簧和活塞导筒上的力,有效保护了振打器,延长了振打器的寿命,弹簧在压缩预紧时,还可使活塞内表面与活塞杆端部保持紧密接触,形成了活塞内表面与活塞杆间的内密封。因此,双向 Y 型密封圈、活塞环和弹簧等三个部件的共同作用,形成了高效的内密封系统,有效改善机械振打器的内密封性能和使用寿命。

[0015] 本发明与国内外其他振打除灰系统相比较而言,其技术先进之处在于:

- [0016] 1. 控制系统与振打执行系统设计为一体,结构更加紧凑;
- [0017] 2. 设置了密封监控系统,有效防止出现气化设备内部气体外泄;
- [0018] 3. 通过DCS系统或PLC面板对外置气缸发出的指令,能更有效地实现对振打力、振打频率、振打顺序的控制;
- [0019] 4. 分布式控制系统管理集中、控制分散,既较好的实现了与气化炉相关参数的并联控制,又解决了电控柜的集中防爆问题和气源管线有效性长度的要求。

附图说明

- [0020] 图1为自动振打除灰系统结构示意图;
- [0021] 图2为机械振打器装配示意图;
- [0022] 图3为图2的双向Y型密封圈的局部安装剖视图;
- [0023] 图4为电气控制柜控制原理图;
- [0024] 图5为PLC可编程程序控制柜配置图;
- [0025] 图6为自动振打除灰系统的控制软件流程图;
- [0026] 图7为1/2高度节点的声压历程曲线;
- [0027] 图8为1/4高度节点的声压历程曲线;
- [0028] 图9为机械振打器布局分析图;其中图9(a)第二阶模态(1/2高度 16.59Hz);图9(b)第三阶模态(1/2高度 16.59Hz);图9(c)第五阶模态(1/2高度 18.23Hz);图9(d)第六阶模态(1/2高度 18.23Hz);图9(e)第八阶模态(1/2高度 27.18Hz);图9(f)第九阶模态(1/4高度 27.26Hz);图9(g)第九阶模态(3/4高度 27.26Hz);
- [0029] 图10为机械振打器在水冷壁上的分布区域;
- [0030] 图11为1/2高度面上振打器的分布方法;
- [0031] 图12为1/4和3/4高度面上振打器的分布方法;
- [0032] 图中,1.机械振打器、2.电气控制柜、3.气源、4.PLC可编程程序控制柜、5.气体外漏报警装置、6.气缸、7.气缸传递杆、8.活塞杆、9.导环、10.衬圈、11.进气口、12.撞击杆、13.弹簧、14.活塞、15.活塞环、16.矩形沟槽、17.Y型密封圈、18.活塞套管、19.活塞导筒、20.过滤器、21、气化炉、22、气化炉水冷壁。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明做进一步详细的说明。

[0034] 如图1,一种自动振打除灰系统,包括有机械振打器1、气源3、气体外漏报警装置5、电气控制柜2和PLC可编程程序控制柜4,所述的PLC可编程程序控制柜接入DCS系统,并与电气控制柜相连,电气控制柜通过气管与机械振打器上的气缸相连,多个机械振打器安装在气化炉水冷壁的不同部位,以实现自动振打除灰,气体外漏报警装置与机械振打器相连,氮气通过密封氮气软管通入机械振打器的进气口;压缩空气接入电气控制柜后被整定为0.35MPa的动力气源和0.6MPa的控制气源,动力气源通过动力气源软管与机械振打器的气缸动力气源接口相连,控制气源通过控制气源软管与机械振打器的气缸控制气源接口相连。

[0035] 在图2-3中,机械振打器的双向内密封结构主要包括有弹簧13、活塞14、活塞环

15、Y 型密封圈 17, 弹簧 13 安装在活塞导筒 19 的底部, 借助于弹簧 13 的可压缩性, 在活塞导筒 19 安装时, 允许弹簧 13 有一定的压缩范围, 在安装时非常方便, 比固定式安装要简单容易的多; 活塞安装在活塞套管 18 内, 且其安设在弹簧左侧并与弹簧紧密接触连接。在工作状态下, 由于弹簧 13 的预紧力作用下活塞内表面与活塞杆 8 端面紧密压紧, 起到该位置的内密封作用; 4 个活塞环 15 分别安装在活塞 14 中间部位的 4 个环形沟槽内, 而双向 Y 型密封圈 17 安设在活塞的矩形沟槽 16 内, 所述的双向 Y 型密封圈由两个 Y 型密封圈组成, 其唇口朝向相反方向, 在对气化炉内气体采用一定压力氮气 (其压力比气化炉内气体压力高 $0.5 \sim 0.6 \text{ MPa}$) 密封后, 双向 Y 型密封圈 17 的自封作用可以有效防止氮气的内漏; 活塞 14 外表面与活塞套管 18 间的密封还有一道活塞环 15; 在活塞微小位移的过程中, 依靠气体的压力差, 在活塞环外表面和活塞套管 18 以及活塞环和环形沟槽的一个侧面之间形成内密封; 不仅如此, 活塞环 15 还可将活塞 14 由于炉内热量传递和自身摩擦产生的热量高效的传递到活塞导筒 19 上, 起到导热作用。同时, 活塞环 15 还起到支撑作用, 将活塞 14 保持在活塞套管 18 内, 防止与活塞套管 18 壁面直接摩擦, 降低摩擦力, 增大能量传递效率。机械振打器将撞击杆 12 与活塞杆 8 分离, 将能量传递过程中的大位移变为活塞杆 8 的微小位移。在振打器工作条件下, 弹簧 13 在安装时压缩态的弹簧使得气化炉壁面、撞击杆 12 和活塞杆 8 三者之间保持紧密接触, 增强能量的传递效率。在工作状态下, 活塞杆 8 周期的进行往复微小位移运动, 相较于固定式安装, 弹簧 13 可以大大减小这种往复运动对振打器的撞击力, 而且弹簧 13 允许这种往复运动的存在。整个运行过程中, 极大地保护了振打器, 延长其使用寿命。

[0036] 在图 3 中, 双向 Y 型密封圈 17 分别布置在矩形沟槽 16 内。Y 型密封圈依靠其张开的唇边紧贴于密封面, 安装时, 唇边与密封面形成一定的接触压力。工作时, 由于气体压力增高, 唇边与密封面接触更紧密, 所以密封性更好。而且采用双向密封, 能克服单个 Y 型密封圈只能单向密封的缺点。单个 Y 型密封圈存在时, 由于氮气密封的压差, 氮气会向气化炉内泄漏, 易对密封元件造成露点腐蚀, 导致密封元件的失效和结构的破坏, 而双向 Y 型密封圈能有效防止氮气的泄漏, 加强对密封元件的保护, 对气化炉的有效气体和氮气都有良好密封, 防止露点腐蚀。

[0037] 本发明在保证振打器内密封及防止密封元件腐蚀的同时, 便于实际施工安装, 减小各部件间的摩擦, 增大了能量的传递效率, 增强活塞热量传递, 大大减小振打器在高温高压工况下所受的回弹力, 延长了使用寿命。

[0038] 本机械振打器其余结构如专利公开文件 CN 101502828 所述, 简要说明如下:

[0039] 在图 2-3 中, 机械振打器中的气缸传递杆 7 与活塞杆 8 传动连接, 活塞杆 8 又与撞击杆 12 传动连接、过滤器 20 安装在紧靠活塞导筒 19 之前的撞击杆 12 上, 工作状态下气化设备内的粉尘气体径由过滤器 20 滤掉粉尘后进入活塞套管 18 内部的活塞杆 8 与活塞 14 间、活塞 14 与活塞套管 18 间缝隙中 (图 2 中过滤器内部箭头方向), 保证撞击杆 12 与活塞杆 8 接触位置的压力与汽化设备内压力相同, 防止撞击杆 12 或活塞杆 8 因巨大压力差而产生“抱死”现象; 活塞环 15 套装在活塞 14 的中间位置, 对活塞 14 起定位作用, 同时在活塞 14 与活塞套管 18 之间再形成一道密封结构; 导环 9 安装在活塞导筒 19 内靠近气缸 6 一端的活塞杆 8 上, 对活塞杆 8 起定位作用, 在活塞杆 8 与活塞导筒 19 之间形成一道密封结构; 衬圈 10 安装在活塞导筒 19 内两个导环 9 之间的活塞杆 8 上, 在活塞杆 8 与活塞导筒 19 之

间形成一道密封结构;进气口 11 布置在靠近弹簧 8 座底与导环 9 端的活塞导筒 19 内,与活塞导筒 19 内部及机械振打器外部相通;气体外漏报警装置 5 设有两个压力传感器,一个布置在活塞套管 18 内位置 A 处,测定活塞套管 18 与活塞 14 间靠撞击杆 12 一侧空隙位置处的压力值,另一个布置在进气口 11 内位置 B 处,测定从进气口 11 处通入氮气的压力值,当 A 处压力传感器所测压力值大于 B 处压力传感器所测压力值时气体外漏报警装置 12 自动报警,并同步增大通入进气口 11 中氮气量对机械振打器密封系统进行补压,实现对密封系统状况的实时监控,彻底防止气化设备内部气体外漏,提高机械振打器密封系统的密封效果。

[0040] 气化炉水冷壁 22 由列管和翅片焊接形成筒形膜式水冷壁,为防止热应力,其上端与气化炉 21 固连,下端自由,水冷壁结构为高 20 米,半径为 2 米的筒体,列管直径为 0.06 米。

[0041] 由水冷壁结构模态分析可知:水冷壁的固有振动频率较低,基频为 22.07Hz。其中,第一、二阶固有频率相同,但其振动方式不同,振动模态均为轴向一阶、周向二阶,但振动方位不同,这里称它们为不同的振动模态。

[0042] 由空腔声学模态分析可知:空腔声学模态的固有振动频率较低,基频为 8.5Hz。气化炉水冷壁内声场模态有其规律性,如第一阶最大声压阶模态分布在 1/2 高度处;第二阶最大声压阶模态分布在 1/4、3/4 高度处;第三阶最大声压阶模态分布在 1/2、1/4、3/4 高度处等等。

[0043] 由声固耦合有限元模态分析可知:声波除灰主要是低频噪声及次声,且对壳结构而言,低频(前几阶模态)也是造成结构振动的主要原因,这里仅取前 10 阶模态。

[0044] 由声固耦合谐响应分析可知:1/2 高度进行激振时,声压历程响应如图 7;1/4 高度进行激振时,声压历程响应如图 8 所示。节点的位移曲线形式上与图 7、图 8 相近,即激起最大振动的同时也激起最大的声压,其变化趋势一致。由图 7、8 可知,结构响应受激振频率的影响。在 1/2 高度进行激振时,激振频率为 27Hz 时,声压及结构位移响应最大。在 1/4 高度进行激振时,激振频率为 27Hz 时,声压及结构位移响应最大。激振时间差 $S=1/f=1/27=0.037$;另外,在 3/4 高度处所得结论与 1/4 高度处基本相同。

[0045] 由机械振打器布局分析可知:声固耦合的共振频率滤去了轴向一阶、周向一阶模态,分析时不与考虑。且气化炉水冷壁的声固耦合系统的结构固有模态和声压固有模态分布一致。这里截取了固有模态最大振型处的声压模态,并依此分析的机械振打器的布局(如图 9 所示)。由第二阶固有模态可知,在 1/2 高度的六个方向,即 45° 、 112.5° 、 157.5° 、 225° 、 292.5° 、 337.5° 处施加频率为 16.594Hz 的力时,结构振动及声压响应最大。由此分析,应在 1/2 高度平面上沿这六个方向均匀分布机械振打器,且激振时间差为 $(2n-1)/2(n=1,2,3\cdots)$ 倍固有振动周期,即 $0.06(2n-1)/2(n=1,2,3\cdots)$ 秒。同理,对第三阶固有模态,应在 1/2 高度平面上沿周向按 22.5° 、 67.5° 、 135° 、 202.5° 、 247.5° 、 315° 均匀分布,且激振时间差为 $0.06(2n-1)/2(n=1,2,3\cdots)$ 秒。对第五阶固有模态,应在 1/2 高度的四个方向,即 45° 、 135° 、 225° 、 315° 安装机械振打器,且 $0.055(2n-1)/2(n=1,2,3\cdots)$ 秒。对第六阶固有模态,应在 1/2 高度的四个方向,即 0° 、 90° 、 180° 、 270° 安装机械振打器,且激振时间差为 $0.05(2n-1)/2(n=1,2,3\cdots)$ 秒。对第八阶固有模态,应在 1/2 高度的八个方向,即 0° 、 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 、 315° 处安装机械振打器,且激振时间差为 $0.037(2n-1)/2(n=1,2,3\cdots)$ 秒。第二、三、五、六、八阶模态,其最大振型均分

布在 1/2 高度处,故确定 1/2 高度处机械振打器时,应综合考虑这五阶模态。根据谐响应分析得出的结论,在这几种模态中,27Hz 左右时声压及结构位移响应最大,即第八阶模态可以产生最大的响应,故应取第五种布局方式,在 1/2 高度安装机械振打器时,应沿周向均匀分布八个,激振时间差为 $0.037(2n-1)/2$ ($n=1,2,3\cdots$) 秒。由第九阶模态可知,在该处施加频率为 27.26Hz 的力时,在 1/4 和 3/4 高度的六个方向,即 30° 、 90° 、 150° 、 210° 、 270° 、 330° 处该处施加频率为 27.26Hz 的力时,结构振动及声压响应最大。由此分析,应在 1/4 和 3/4 高度沿此六个方向均匀分布机械振打器,且 30° 、 150° 、 270° 和 90° 、 210° 、 330° 方向及上下层激振时间差均为 $0.037(2n-1)/2$ ($n=1,2,3\cdots$) 秒。同理,对第十阶模态,应在 1/4 和 3/4 高度的八个方向,即 22.5° 、 67.5° 、 112.5° 、 157.5° 、 202.5° 、 247.5° 、 292.5° 、 337.5° 处均匀分布机械振打器,且 30° 、 150° 、 270° 和 90° 、 210° 、 330° 方向及上下层激振时间差均为 $0.033(2n-1)/2$ ($n=1,2,3\cdots$) 秒。对 1/4 和 3/4 高度安装机械振打器时,有如上两种布局方式。根据谐响应分析得出的结论,在这几种模态中,27Hz 左右时声压及结构位移响应最大,即第九阶模态可以产生最大的响应,故应取第一种布局方式,即在 1/4 和 3/4 高度上分别沿周向均匀分布六个机械振打器,且 30° 、 150° 、 270° 和 90° 、 210° 、 330° 方向及上下层激振时间差均为 $0.037(2n-1)/2$ ($n=1,2,3\cdots$) 秒。

[0046] 综上所述,分别在气化炉水冷壁的 1/4 (5 米),1/2 (10 米)和 3/4 (15 米)这三个高度位置安装机械振打器(如图 10 所示)。其中,在 1/2 高度安装机械振打器时,应沿周向均匀分布八个(如图 11 所示),由两个方位系列组成,分别为 45° 、 135° 、 225° 、 315° 方位系列和 0° 、 90° 、 180° 、 270° 方位系列,且两个方位系列的激振时间差为 $0.037(2n-1)/2$ ($n=1,2,3\cdots$) 秒;在 1/4 和 3/4 高度上分别沿周向均匀分布六个机械振打器(如图 12 所示),由两个方位系列组成,分别为 30° 、 150° 、 270° 方位系列和 90° 、 210° 、 330° 方位系列,两个方位系列及不同高度层的激振时间差均为 $0.037(2n-1)/2$ ($n=1,2,3\cdots$) 秒。

[0047] 如图 4,本发明的电气控制柜 2 的作用是将中控室(PLC 可编程程序控制柜)控制信息转换成驱动执行器即机械振打器的动力源与控制气信号,使系统按合适工艺需求的指令有序工作。原理:洁净压缩空气进入电气控制柜,经过滤器,一路经气路板至减压阀(整定为 0.35MPa)进口,出口接至两位三通手动滑阀,然后接至机械振打器的气缸动力源接口(气缸后部之两位五通阀 1# 口)。另一路为控制信号气源,气源经稳压减压阀(整定为 0.6MPa)送至另一气路板,在气路板上接两位三通电磁阀进口,出口接到气缸控制气源接口(气缸后部的两位五通阀 14# 口)。工作时,整定相关气源压力至规定值,将动力气源两位三通手动滑阀置于 open 位置,此时对控制回路的两位三通电磁阀接通 DC24V、0.8s 电脉冲,机械振打器将完成一次振打动作。

[0048] 图 6 原理为:程序启动后,各组振打器预先设定好的单台振打器每次循环振打次数、振打时间间隔和二台振打器之间振打间隔数次执行下去,完成击打动作,实现去除积灰、提高传热效率的目的。

[0049] 如图 5, PLC 可编程程序控制柜设置 SIMATIC MP277 操作面板和主 PLC 通讯,具备显示控制流程,手/自动切换,手动操作,修改参数等功能。PLC 主机具备 Profibus DP 通讯接口,可方便与主控 DCS 系统实现双向通讯。

[0050] 当启动了 PLC 或 PLC 接受了主系统 DCS 的启动指令, PLC 将按设定程序对电气控制柜发出电脉冲信号,该信号经电气控制柜内的电磁阀控制气路转换成气脉冲信号驱动机

械振打器。机械振打器中所采用的气缸本身集成有两位五通气控阀,其安装于气缸的后部。该气控阀除可内部管路连接外还有一动力气源接口和一控制气源接口在准备工作状况下;动力气源接口接有 0.35MPa 压缩气体。当控制气源接收到 0.8s 的气脉冲信号后,气缸完成一次振打动作行程,并自动恢复到准备状态等待下一次气脉冲的到来。气缸发出的动能,通过气缸传递杆 7 对活塞杆 8 产生冲击,活塞杆 8 将动能传递给撞击杆 12,撞击杆 12 对气化炉换热壁进行撞击,使壁面产生振动和炉内产生声波振荡,在壁面振动、声波振荡及二者耦合作用下共同实现系统除灰,达到壁面振动和声波振动双重除灰效果。

[0051] 本实施例未述部分与现有技术相同。

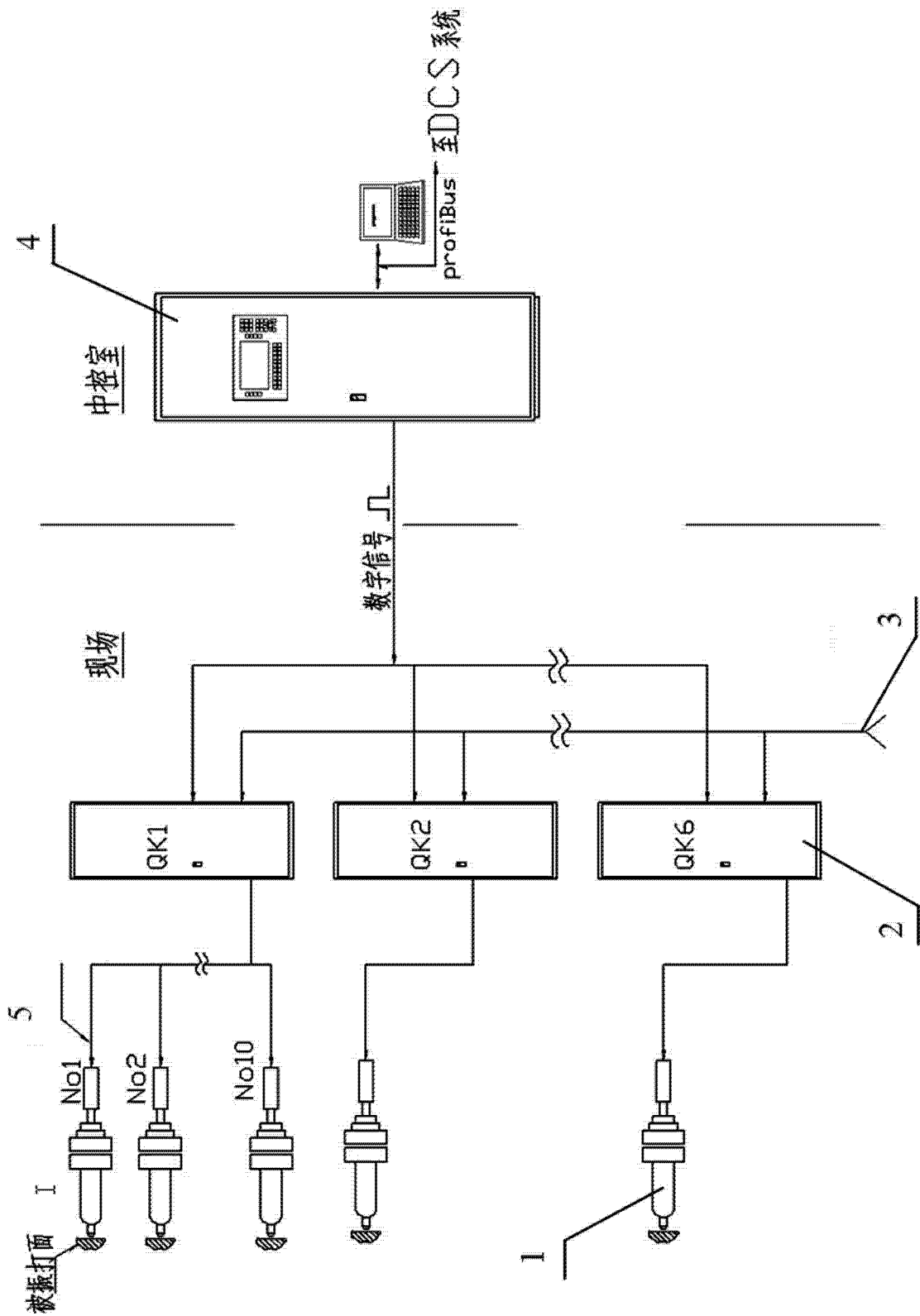


图 1

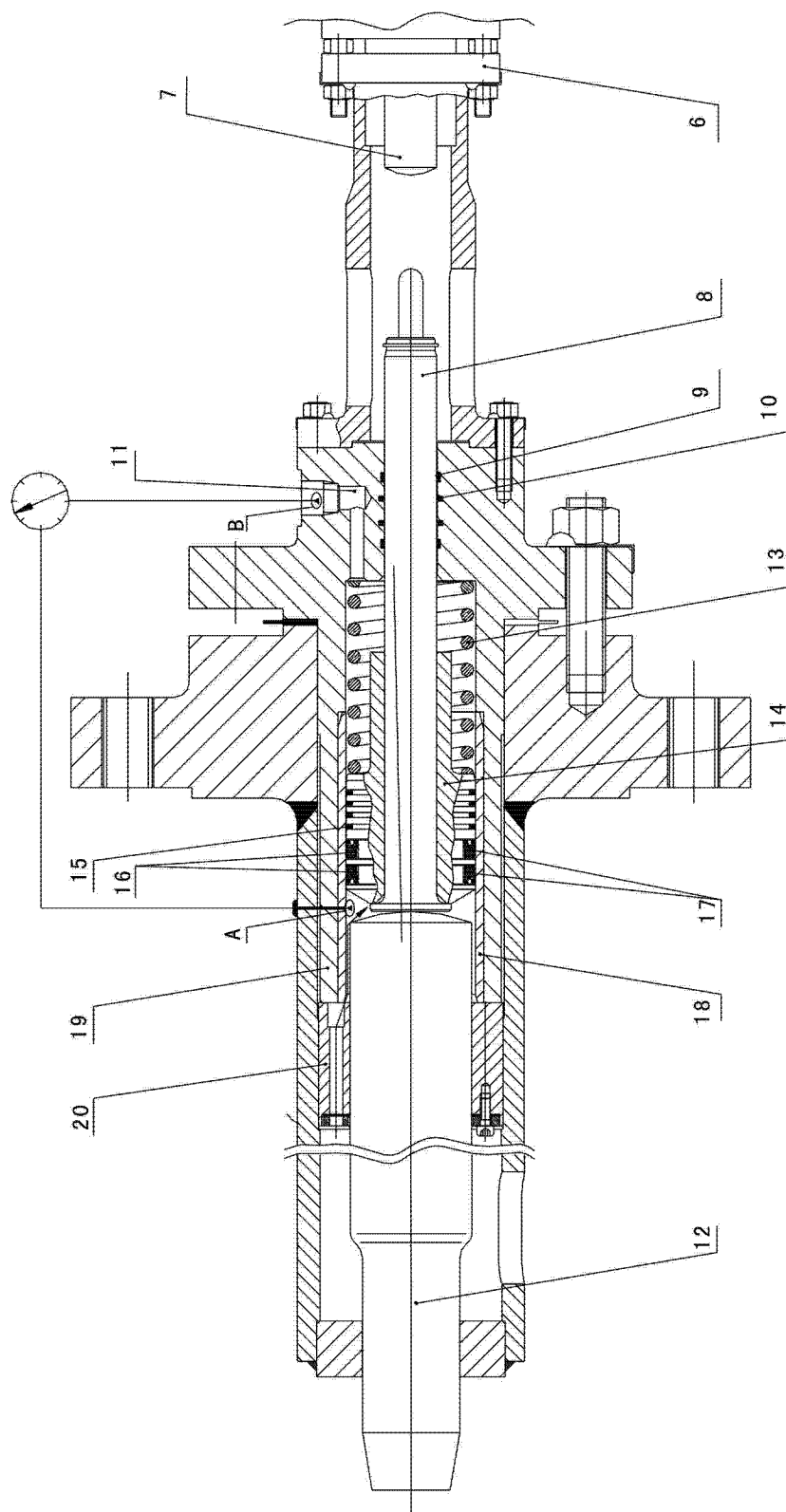


图 2

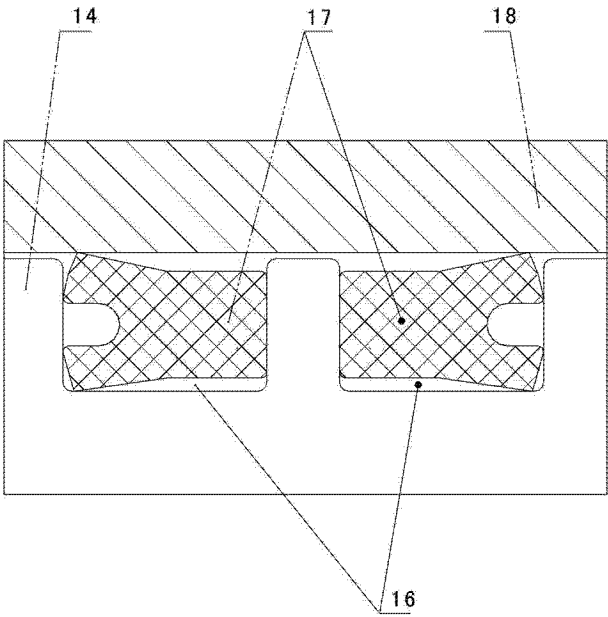


图 3

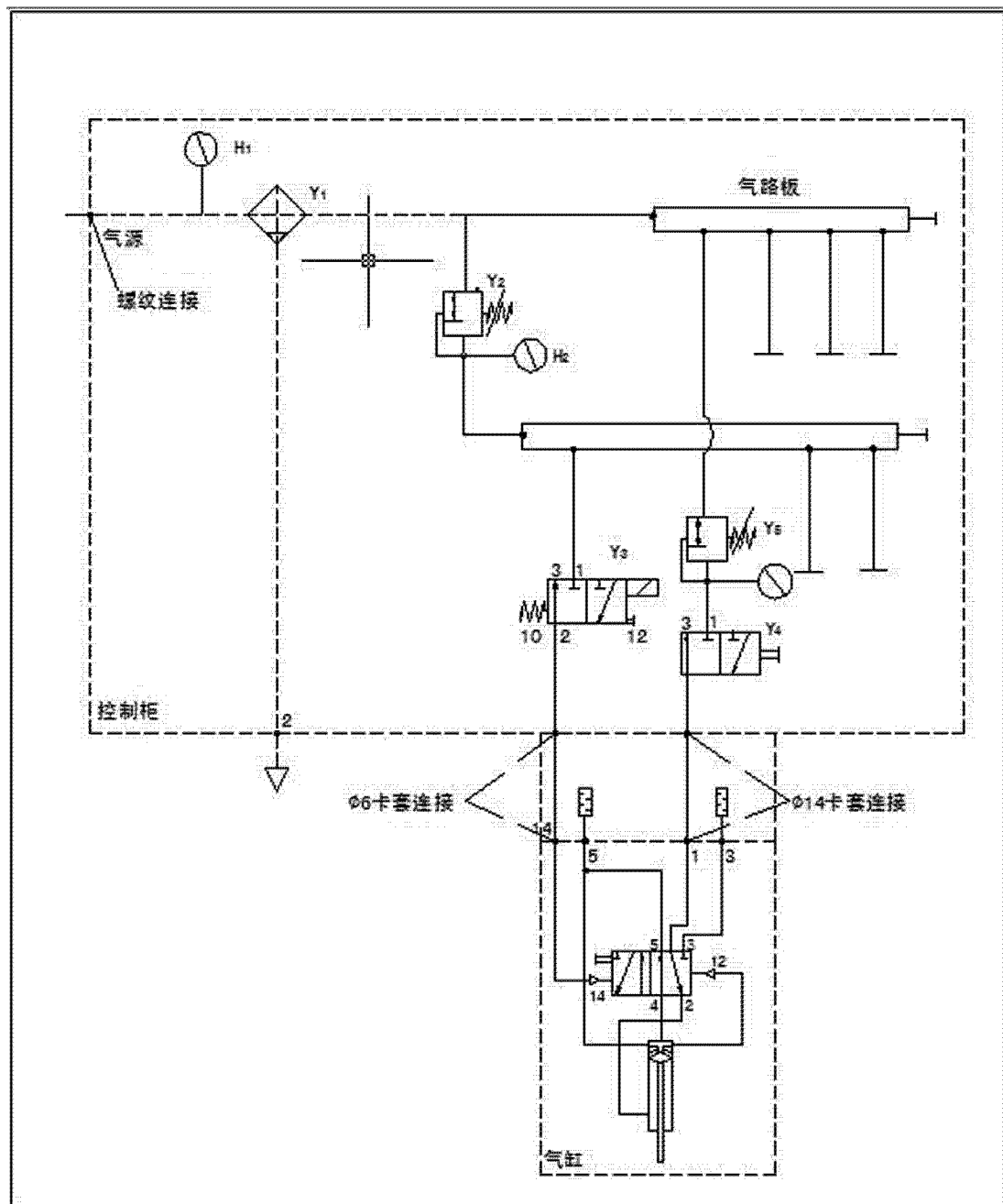


图 4

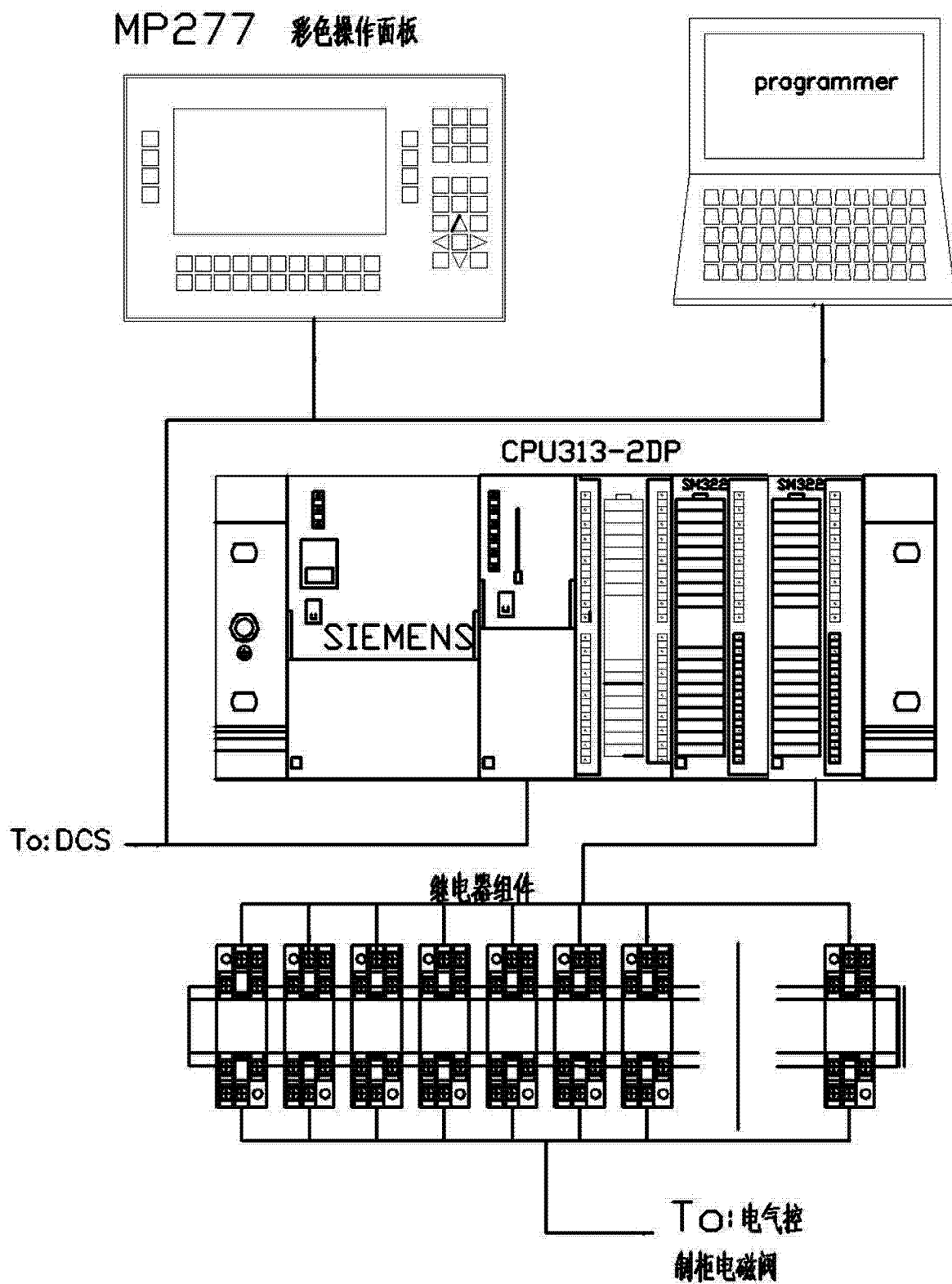


图 5

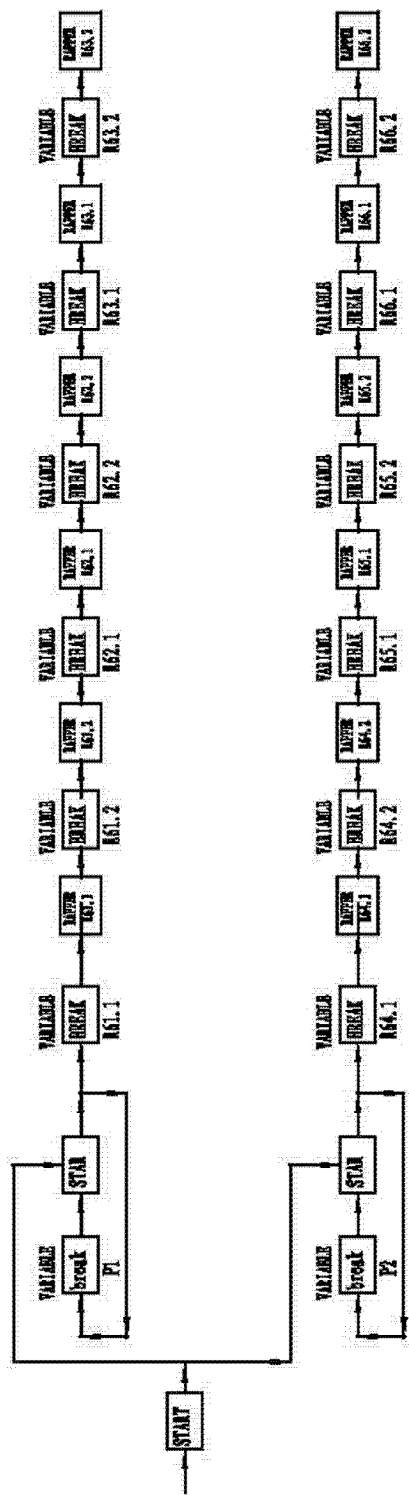


图 6

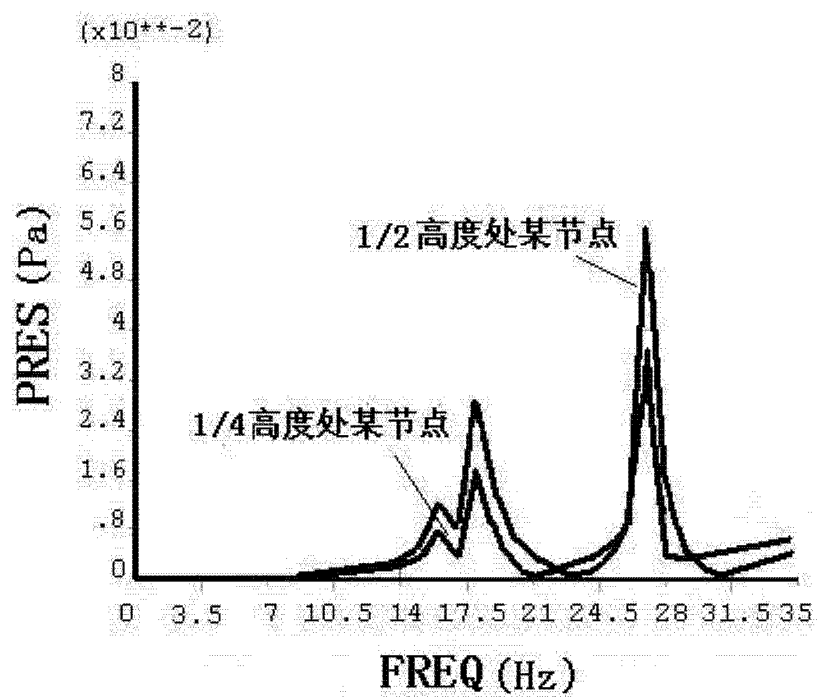


图 7

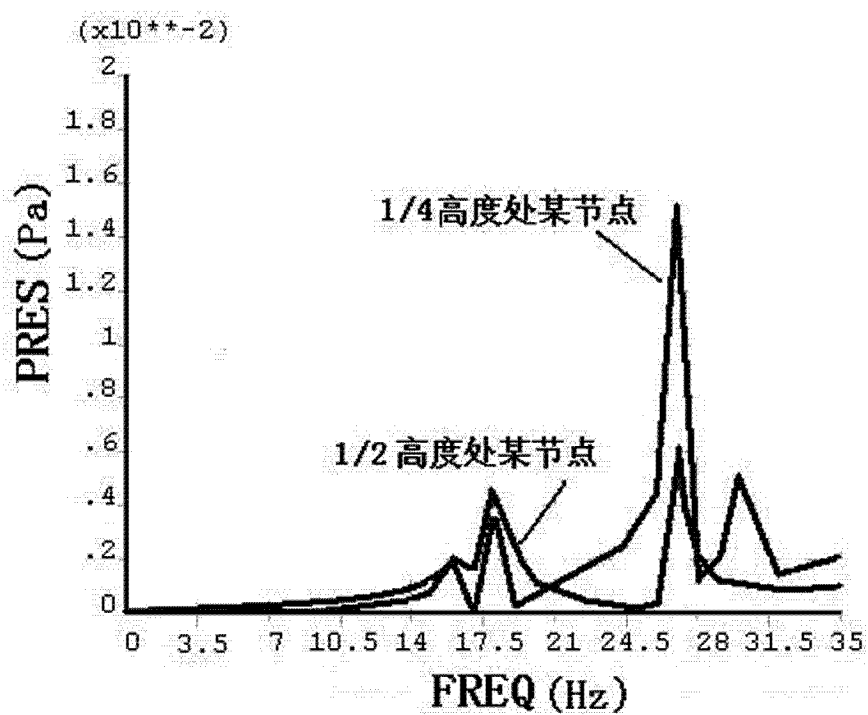


图 8

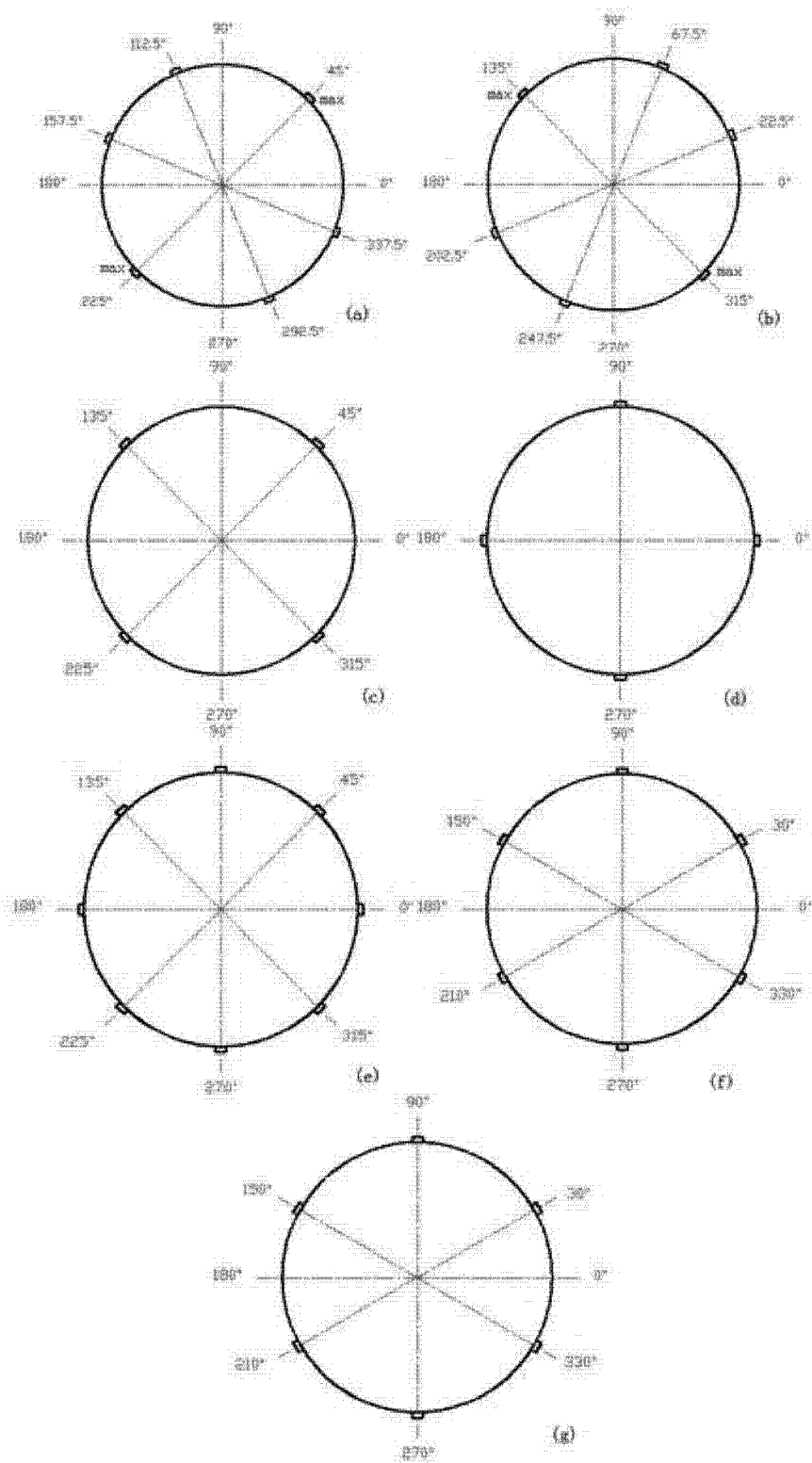


图 9

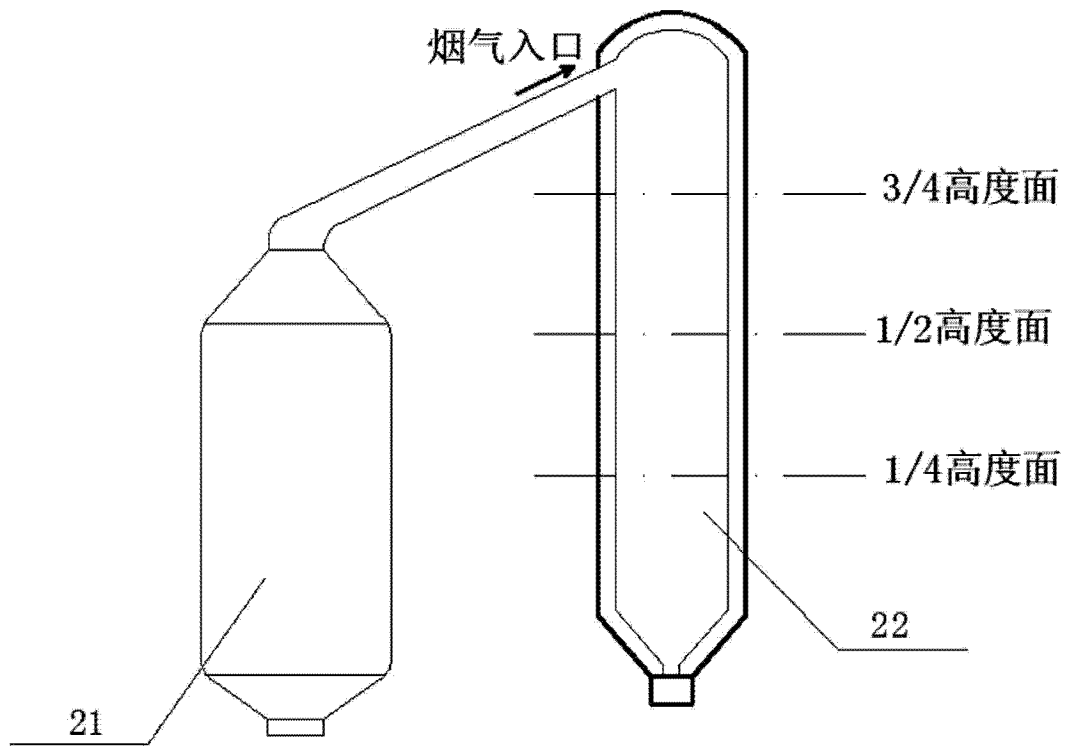


图 10

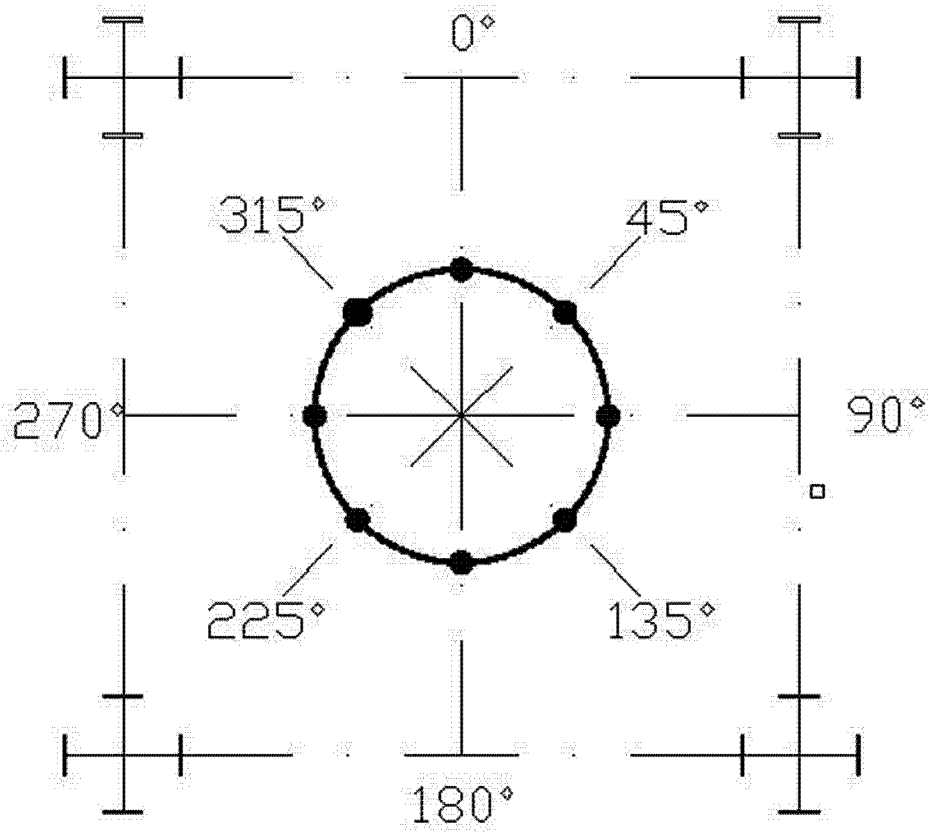


图 11

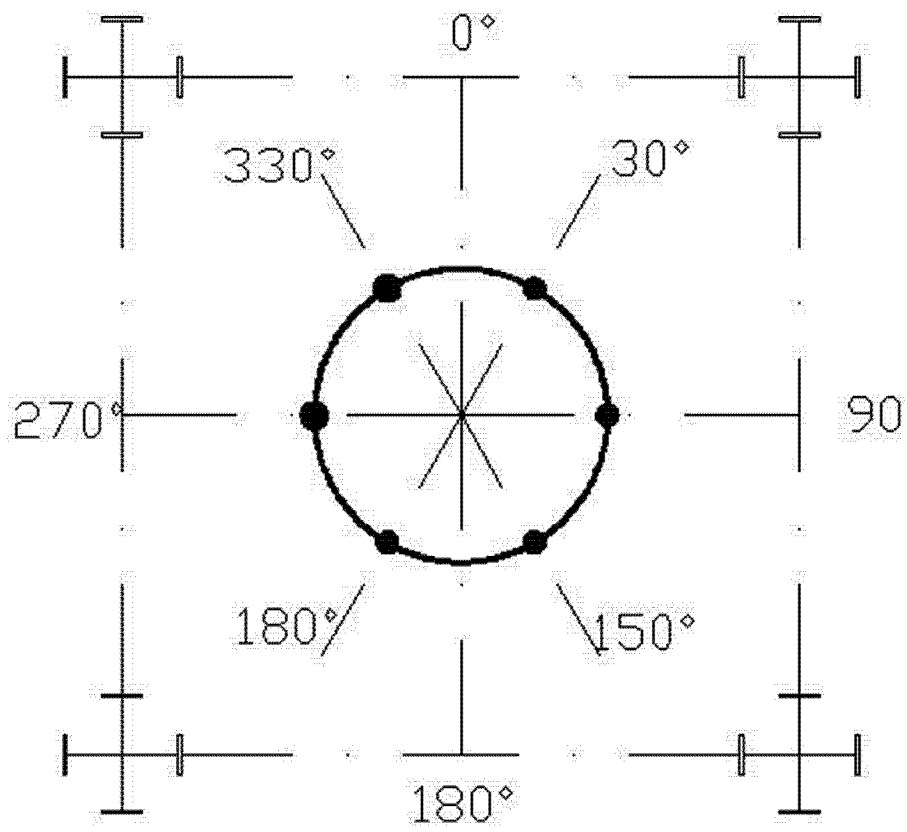


图 12