



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107884119 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201711090903.3

(22)申请日 2017.11.08

(71)申请人 中国航空工业集团公司北京长城计  
量测试技术研究所

地址 100095 北京市海淀区温泉镇环山村

(72)发明人 杨军 李博 黄日恒

(74)专利代理机构 北京理工大学专利中心  
11120

代理人 张利萍

(51) Int. Cl.

G01L 27/00(2006.01)

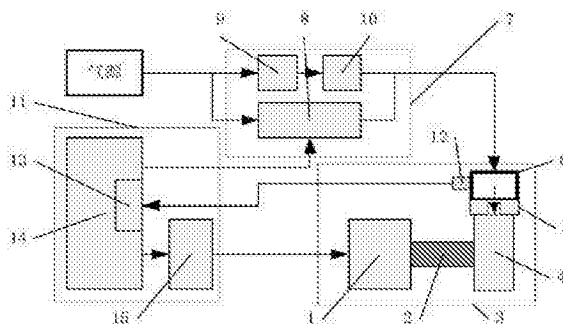
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

## (54)发明名称

一种中低压气体脉冲压力发生器

## (57)摘要

本发明涉及一种中低压气体脉冲压力发生器,属于计量测试技术领域。中低压气体脉冲压力发生器包含:脉冲模块、气体减压稳压机构和测控系统。本发明利用转动盘与带通孔的定子盘的配合,通过转动盘上的排气孔、封闭端面依次扫过定子盘,相接通的面积经历变化的过程,从而在压力室内产生脉冲压力信号。本发明可通过控制电机转速和运动方式来调控产生脉冲压力的脉宽和波形,并可控制气源大小来控制产生脉冲压力的幅值。本发明可获得精准的中低压气体脉冲,压力准确度高,方法简单可靠,性能可控性方面显著提高,适合于动态压力校准与模拟试验。



1. 一种中低压气体脉冲压力发生器,其特征在于:包括测控系统(11)、气体减压稳压机构(7)和脉冲模块(3);

测控系统(11)包括:多功能数据采集卡(13)、测控计算机(14)、电机控制器(15);多功能数据采集卡(13)采集传感器(12)的数据,并交由测控计算机(14)处理;

气体减压稳压机构(7)为大流量气控减压阀(8);气源通过大流量气控减压阀(8)产生相同的减压稳压效果;气源产生的气体经过气体减压稳压机构(7)减压稳压后流入脉冲压力模块(3)中;

脉冲压力模块(3)包括:旋转电机(1)、联轴器(2)、旋转盘(4)、定子盘(5)、压力室(6)和传感器(12);旋转盘(4)为法兰结构,结构中除中心孔以外的其他通孔为排气孔(17),每相邻两个排气孔(17)之间的部分为封闭段(18);联轴器(2)一端与旋转电机(1)固定连接,另一端与旋转盘(4)的中心孔固定连接;定子盘(5)位于旋转盘(4)的正上方,需保证旋转盘(4)和定子盘(5)不接触;定子盘(5)与压力室(6)固定连接,压力室(6)中的气体通过定子盘(5)上的通孔(16)流出;传感器(12)用于采集压力室(6)中的压力。

2. 如权利要求1所述的一种中低压气体脉冲压力发生器,其特征在于:气体减压稳压机构(7)还包括:手动减压阀(9)和节流阀(10);气源通过手动减压阀(9)减压,通过节流阀(10)调节流量稳压;气源产生的气体经过气体减压稳压机构(7)减压稳压后流入脉冲压力模块(3)中。

3. 如权利要求1所述的一种中低压气体脉冲压力发生器,其特征在于:所述通孔(16)、排气孔(17)和封闭段(18)存在下述关系;

由排气孔(17)和通孔(16)之间流通面积 $a$ 、气体流量 $Q$ 、气体密度 $\rho$ 的变化而在压力室(6)中产生不同的压力幅值 $\Delta P$ ,公式如下:

$$\Delta P = \frac{\rho Q^2}{2C_d^2 a^2} \quad (1)$$

$C_d$ 为常数,设定为0.7~0.8;

压力幅值 $\Delta P$ 与气体减压稳压机构(7)的产生的压力 $P$ 存在如下关系,公式如下:

$$\Delta P = APe^{\frac{B}{t}} \quad (2)$$

式中 $A$ 、 $B$ 为常数;

其中 $A$ 受定子盘(5)与转动盘(4)间隙配合程度、大流量气控减压阀(8)性能影响,数值由装置装调好后试验确定,初始值为1;

其中 $B$ 采用记忆设置,即由上次试验的设置、传感器(12)监测的实际压力脉冲脉宽与幅值通过上述公式计算得到,初始值为0;

所述电机控制器(15)控制旋转电机(1)的旋转运动速度与轨迹的控制方法如下:

所产生的脉冲压力的脉宽 $\tau$ 由预设的封闭段(18)经过通孔(16)时的旋转电机(1)转速 $n$ (转/分)、封闭段(18)在转动盘(4)上对应的圆心角 $\theta$ (°)来控制,公式如下:

$$\tau = C \frac{120}{n} \times \frac{\theta}{180} = C \frac{2\theta}{3n} \quad (3)$$

式中 $C$ 为常数, $C$ 采用记忆设置,即由上次试验的设置,初始值为1。

4. 如权利要求3所述的一种中低压气体脉冲压力发生器,其特征在于:改变所述压力幅

值 $\Delta P$ 方法:气体减压稳压机构(7)产生的压力 $P$ 通过气源途径进行控制,通过改变压力 $P$ 和气体流量 $Q$ ;改变所述压力脉宽 $\tau$ 方法:改变旋转电机(1)的转速 $n$ 和运动方式。

5.如权利要求1或2或3或4所述的一种中低压气体脉冲压力发生器,其特征在于:所述脉冲发生器的发生过程包括如下步骤:

第1步:中高压气源气体通过气体减压稳压机构(7)后流入到脉冲模块(3);

所述的气体减压稳压机构(7)的工作是:一条途径从中高压气源流出的气体经过大流量气控减压阀(8)产生稳定的工作压力源;另一条途径从中高压气源流出的气体经过手动减压阀(9)和节流阀(10)来产生稳定的工作压力源;

第2步:气体在脉冲模块(3)中产生脉冲压力;

所述的脉冲模块(3)的工作是:旋转电机(1)通过联轴器(2)驱动转动盘(4)转动时,定子盘(5)中的通孔(16)的位置在转动盘(4)上的排气孔(17)和封闭段(18)之间切换,转动盘(4)运动使压力室(6)的气体出口面积变化,压力室内压力升高产生一个脉冲压力波;

第3步:测控系统(11)采集脉冲模块(3)中产生的脉冲压力并调节脉冲压力幅值 $\Delta P$ 和脉宽 $\tau$ ;

所述的测控系统(11)的工作是:传感器(12)监测压力室(6)中的动态压力,动态压力信号由多功能数据采集卡(13)采集,在测控计算机(14)上处理并输出信号给大流量气控减压阀(8)和旋转电机(1),控制产生的脉冲压力幅值 $\Delta P$ 和脉宽 $\tau$ 。

6.如权利要求1所述的一种中低压气体脉冲压力发生器,其特征在于:所述测控计算机(14)控制大流量气控减压阀(8)产生稳定的压力源;电机控制器(15)控制旋转电机(1)的旋转运动速度与轨迹,产生所需的脉冲压力幅值和脉宽。

## 一种中低压气体脉冲压力发生器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种中低压气体脉冲压力发生器,属于计量测试技术领域。

### 背景技术

[0002] 脉冲压力发生器是脉冲压力动态校准主要核心设备,提供一定动态幅值的符合脉宽要求的类似半正弦压力脉冲对动态压力传感器和测试系统的动态灵敏度进行标定。现有的脉冲压力发生器基本都采用自由落锤冲击液压活塞的方式,主要用于高压、超高压动态校准,还存在使用安装不便、锤体易老化、压力脉宽控制困难、压力幅值重复性差、锤体与活塞多次碰撞造成压力波形振荡等问题。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是现有脉冲压力发生器不适用于中低压范围的传感器校准,提供一种中低压气体脉冲压力发生器。并通过可控方式准确调节产生脉冲压力波形、脉宽、幅值的压力发生器,用于满足动态压力传感器的校准需求。

[0004] 所述的中低压范围指压力不大于10MPa。

[0005] 本发明的目的是通过下述技术方案实现的。

[0006] 一种中低压气体脉冲压力发生器,包括三大部分:测控系统、气体减压稳压机构和脉冲模块;

[0007] 测控系统包括:多功能数据采集卡、测控计算机、电机控制器;多功能数据采集卡采集传感器的数据,并交由测控计算机处理;测控计算机控制大流量气控减压阀产生稳定的压力源;电机控制器控制旋转电机的旋转运动速度与轨迹,产生所需的脉冲压力幅值和脉宽;

[0008] 气体减压稳压机构包括:大流量气控减压阀和手动减压阀与节流阀;气源途径一通过手动减压阀减压,通过节流阀调节流量稳压;气源途径二还可以通过大流量气控减压阀产生相同的减压稳压效果;气源产生的气体经过气体减压稳压机构减压稳压后流入脉冲压力模块中;

[0009] 脉冲压力模块包括:旋转电机、联轴器、旋转盘、定子盘、压力室和传感器;

[0010] 旋转盘为法兰结构,结构中除中心孔以外的其他通孔为排气孔,每相邻两个排气孔之间的部分为封闭段;联轴器一端与旋转电机固定连接,另一端与旋转盘的中心孔固定连接;定子盘位于旋转盘的正上方,需保证旋转盘和定子盘不接触;定子盘与压力室固定连接,压力室中的气体通过定子盘上的通孔流出;传感器用于采集压力室中的压力;

[0011] 所述通孔、排气孔和封闭段存在下述关系;

[0012] 由排气孔和通孔之间流通面积 $a$ 、气体流量 $Q$ 、气体密度 $\rho$ 的变化而在压力室中产生不同的压力幅值 $\Delta P$ ,公式如下:

$$[0013] \quad \Delta P = \frac{\rho Q^2}{2C_d^2 a^2} \quad (1)$$

[0014]  $C_d$ 为常数,设定为0.7~0.8。

[0015] 压力幅值 $\Delta P$ 与气体减压稳压机构7的产生的压力 $P$ 存在如下关系,公式如下:

$$[0016] \quad \Delta P = A P e^{\frac{B}{t}} \quad (2)$$

[0017] 式中A、B为常数。

[0018] 其中A受定子盘与转动盘间隙配合程度、大流量气控减压阀性能影响,数值由装置装调好后试验确定,初始值为1;

[0019] 其中B采用记忆设置,即由上次试验的设置、传感器监测的实际压力脉冲脉宽与幅值通过上述公式计算得到,初始值为0;

[0020] 所述电机控制器控制旋转电机的旋转运动速度与轨迹的控制方法如下:

[0021] 所产生的脉冲压力的脉宽 $\tau$ 由预设的封闭段经过通孔时的旋转电机转速 $n$ (转/分)、封闭段在转动盘上对应的圆心角 $\theta$ ( $^\circ$ )来控制,公式如下:

$$[0022] \quad \tau = C \frac{120}{n} \times \frac{\theta}{180} = C \frac{2\theta}{3n} \quad (3)$$

[0023] 式中C为常数,C采用记忆设置,即由上次试验的设置,初始值为1。

[0024] 所述的改变脉冲压力幅值和脉宽具体说明如下:

[0025] 改变压力幅值 $\Delta P$ 方法:气体减压稳压机构产生的压力 $P$ 可通过气源途径一和途径二控制,通过改变压力 $P$ 和气体流量 $Q$ 。

[0026] 改变压力脉宽 $\tau$ 方法:改变旋转电机的转速 $n$ 和运动方式,如匀速转动、变速转动、加速转动等。

[0027] 所述的脉冲压力发生方法,包括如下步骤:

[0028] 第1步:中高压气源气体通过气体减压稳压机构后流入到脉冲模块;

[0029] 所述的气体减压稳压机构的工作是:一条途径从中高压气源流出的气体经过大流量气控减压阀产生稳定的工作压力源;另一条途径从中高压气源流出的气体经过手动减压阀和节流阀来产生稳定的工作压力源。两条途径具有相同效果。

[0030] 第2步:气体在脉冲模块中产生脉冲压力;

[0031] 所述的脉冲模块的工作是:旋转电机通过联轴器驱动转动盘转动时,定子盘中的通孔的位置在转动盘上的排气孔和封闭段之间切换,转动盘运动使压力室的气体出口面积变化,压力室内压力升高产生一个脉冲压力波;

[0032] 第3步:测控系统采集脉冲模块中产生的脉冲压力并调节脉冲压力幅值 $\Delta P$ 和脉宽 $\tau$ ;

[0033] 所述的测控系统的工作是:传感器监测压力室中的动态压力,动态压力信号由多功能数据采集卡采集,在测控计算机上处理并输出信号给大流量气控减压阀和旋转电机,控制产生的脉冲压力幅值 $\Delta P$ 和脉宽 $\tau$ 。

[0034] 有益效果

[0035] 1) 适用中低压范围动态压力传感器校准,是现有落锤式液体脉冲压力发生器校准范围的有效补充;

[0036] 2) 产生的幅值小,有利于校准中低压动态压力传感器;

[0037] 3) 脉冲压力幅值、脉宽可控性强,有利于产生稳定的压力源;

[0038] 4) 结构简单稳定,有利于后期维护和更换。

## 附图说明

[0039] 图1为本发明具体实施方式中装置结构示意图；

[0040] 图2为本发明具体实施方式中定子盘和旋转盘配合关系示意图。

[0041] 其中,1—旋转电机、2—联轴器、3—脉冲模块、4—旋转盘、5—定子盘、6—压力室、7—气体减压稳压机构、8—大流量气控减压阀、9—手动减压阀、10—节流阀、11—测控系统、12—传感器、13—多功能数据采集卡、14—测控计算机、15—电机控制器。

## 具体实施方式

[0042] 下面结合附图对本发明的实施例进行详细说明,本实施例以本发明技术方案为前提,给出了详细的实施方式和具体的操作过程。

[0043] 实施例1

[0044] 本实施例中的中低压气体脉冲压力发生器结构示意图见图1,包括测控系统11、气体减压稳压机构7和脉冲模块3；

[0045] 测控系统11包括:多功能数据采集卡13、测控计算机14、电机控制器15;多功能数据采集卡13采集传感器12的数据,并交由测控计算机14处理;

[0046] 气体减压稳压机构7为大流量气控减压阀8;气源通过大流量气控减压阀8产生相同的减压稳压效果;气源产生的气体经过气体减压稳压机构7减压稳压后流入脉冲压力模块3中;

[0047] 脉冲压力模块3包括:旋转电机1、联轴器2、旋转盘4、定子盘5、压力室6和传感器12;旋转盘4为法兰结构,结构中除中心孔以外的其他通孔为排气孔17,每相邻两个排气孔17之间的部分为封闭段18;联轴器2一端与旋转电机1固定连接,另一端与旋转盘4的中心孔固定连接;定子盘5位于旋转盘4的正上方,需保证旋转盘4和定子盘5不接触;定子盘5与压力室6固定连接,压力室6中的气体通过定子盘5上的通孔16流出;传感器12用于采集压力室6中的压力。

[0048] 操作方法如下,具体为:

[0049] 第1步:打开气瓶,使中高压气源气体流出,通过气体减压稳压机构7中的大流量气控减压阀8产生一个稳定的工作压力源,其压力大小由测控计算机14来进行调节,而后通到压力室6入口;

[0050] 上述操作中,气体流量 $Q=0.01\text{m}^3/\text{s}$ , $C_d=0.7\sim 0.8$ (这里取 $C_d=0.8$ ),气体密度 $\rho=1.29\times 10^3\text{kg}/\text{m}^3$ ,代入到公式(1);

[0051] 第2步:经过稳压的气体进入压力室6,压力室6被传感器12监测;

[0052] 第3步:压力室6与定子盘5固定连接,定子盘5与转动盘4间隙配合,转动盘4上有等间距均布的排气孔17;

[0053] 第4步:旋转电机1通过联轴器2驱动转动盘4转动时,定子盘5中的通孔16的位置与转动盘4上的排气孔17和封闭段18之间切换,转动盘4运动使压力室6的气体出口面积变化,这样就在压力室内产生了一个脉冲压力波;

[0054] 上述操作中,流通面积为 $a=1.29\times 10^{-4}\text{m}^2$ 时,代入到公式(1),得到压力幅值 $\Delta P=6\text{Mpa}$ ;

[0055] 第5步:传感器12的信号由多功能数据采集卡13采集,在测控计算机14上处理并输出信号给大流量气控减压阀8,控制气体减压稳压机构7输出的总压力P;

[0056] 第6步:传感器12的信号由多功能数据采集卡13采集,在测控计算机14上处理并输出信号给电机控制器15控制旋转电机1的旋转运动速度与轨迹,产生所需的脉冲压力脉宽 $\tau$ ;

[0057] 上述操作中,设定旋转电机匀速转动,转速 $n=4000$ 转/分,设定封闭段18在转动盘4上对应的圆心角度 $\theta=60^\circ$ ,代入公式(2),得到压力脉宽 $\tau=10\text{ms}$ ;

[0058] 基于以上操作的中低压气体脉冲压力发生器就可以产生压力幅值为6MPa,脉宽为10ms的脉冲压力。

[0059] 以上所述的具体描述,对发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

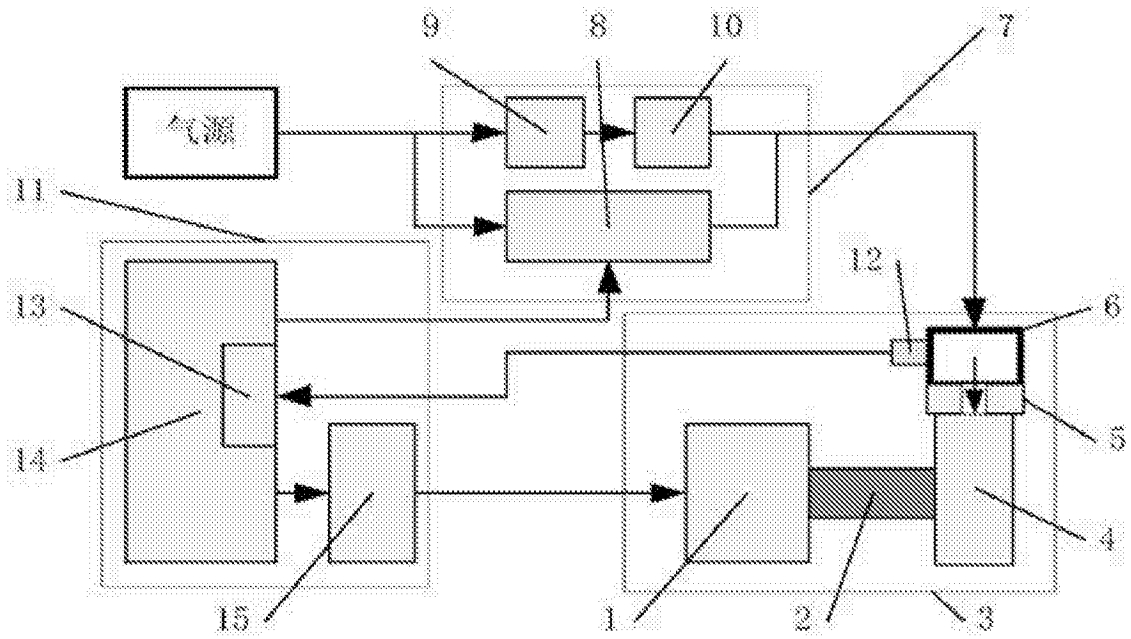


图1

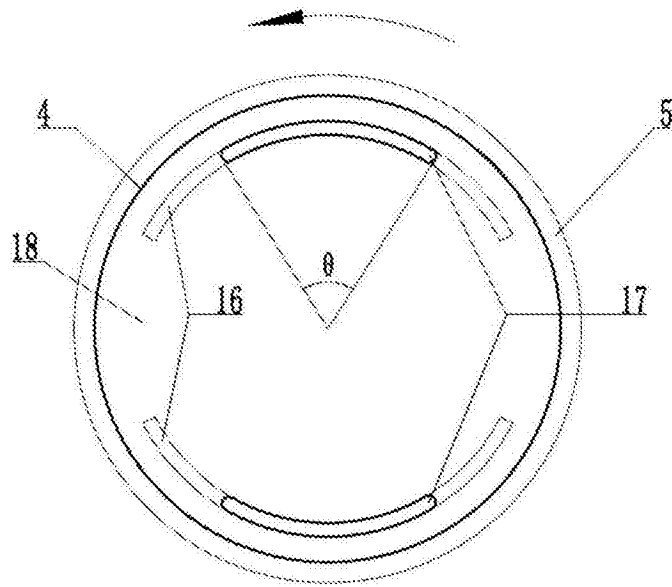


图2