



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104990669 B

(45)授权公告日 2017.09.29

(21)申请号 201510243269.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.05.13

G01L 27/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 徐欣歌

申请公布号 CN 104990669 A

(43)申请公布日 2015.10.21

(73)专利权人 西安航天动力试验技术研究所
地址 710100 陕西省西安市长安区宇航街
18号

(72)发明人 混平 王乃世 赵政社 陈海峰
白文义 单琳 乔江晖 刘英元
徐峰 耿直

(74)专利代理机构 西安智邦专利商标代理有限
公司 61211
代理人 杨亚婷

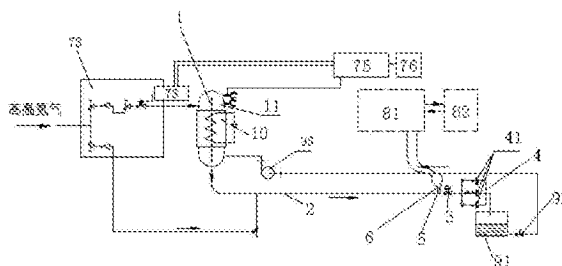
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

水击压力传感器现场校准装置

(57)摘要

本发明涉及一种水击压力传感器现场校准装置,包括水击压力产生装置、标准传感器及用于对被校准水击压力传感器与标准传感器的数据进行采集处理的数据处理系统;水击压力产生装置包括推进剂供应系统、与推进剂供应系统出口连接的推进剂供应管道、设置在推进剂供应管道上的推进剂阀门、用于调节推进剂供应管道内压力的压力调节装置及用于调节推进剂流量的流量调节装置;被校准水击压力传感器与标准传感器设置在推进剂阀门后的推进剂供应管道上用于测量推进剂供应管道内的压力。本发明通过建立水击压力产生装置,能够真实模拟试验时水击传感器工作环境,消除系统误差,提高了水击压力测量的准确性。



1. 水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:

包括水击压力产生装置、标准传感器及用于对被校准水击压力传感器与标准传感器的数据进行采集处理的数据处理系统;

所述水击压力产生装置包括推进剂供应系统(1)、与推进剂供应系统出口连接的推进剂供应管道(2)、设置在推进剂供应管道上的推进剂阀门(3)、用于调节推进剂供应管道内压力的压力调节装置及用于调节推进剂流量的流量调节装置(4);

被校准水击压力传感器(5)与标准传感器(6)设置在推进剂阀门(3)后的推进剂供应管道(2)上用于测量推进剂供应管道(2)内的压力。

2. 根据权利要求1所述的水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:所述推进剂供应系统包括贮箱(11),所述贮箱(11)的下端为推进剂供应系统出口,所述贮箱的下端与推进剂供应管道(2)的入口连接。

3. 根据权利要求1所述的水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:

所述压力调节装置包括供气配气台(71)、气动薄膜式调节阀(72)、定位器(73)、压力变送器(74)、PID控制调节仪(75)及电源(76),

所述压力变送器(74)的信号输入端与贮箱(11)的下端连接,所述压力变送器(74)的信号输出端与PID控制调节仪(75)的信号输入端连接,所述PID控制调节仪(75)通过定位器(73)与气动薄膜式调节阀(72)的调节端连接,所述气动薄膜式调节阀(72)的入口端与供气配气台(71)的出口连接,所述气动薄膜式调节阀(72)的出口端与贮箱(11)的入口端连接,

所述电源(76)用于压力变送器(74)及PID控制调节仪(75)的供电。

4. 根据权利要求3所述的水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:

所述供气配气台内具有一主气路和由主气路分出的三个支路,三个支路分别是与贮箱入口连接的贮箱压力调节支路、与推进剂供应管道连接的吹扫置换支路、与水击压力传感器现场校准装置中各气动阀门连接的控制气源支路。

5. 根据权利要求1所述的水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:所述流量调节装置(4)为一组不同直径的节流孔板(41)组,孔板前分别加装隔离阀门。

6. 根据权利要求1所述的水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:

所述数据处理系统包括数据采集及处理模块(81)及计算机(82),所述数据采集及处理模块包括信号调理器、数据采集系统,所述信号调理器的输入端分别与标准传感器和被校准水击压力传感器的输出端连接,所述信号调理器、数据采集系统及计算机依次连接相互通信。

7. 根据权利要求1所述的水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:还包括自动校准装置,所述自动校准装置包括工控机及交换机,所述工控机用于控制推进剂阀门,所述交换机与数据处理系统的计算机相互通信。

8. 根据权利要求1所述的水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:

所述水击压力传感器现场校准装置还包括推进剂回收装置,所述推进剂回收装置包括收集器(91)、回收阀门(92)及泵(93),所述收集器放置在推进剂供应管道出口端,所述泵的入口与收集器的出口连接,所述泵的出口与贮箱连接,所述回收阀门设置在泵与收集器之间。

9. 根据权利要求1所述的水击压力传感器现场校准装置,其特征在于:所述推进剂供应

系统还包括对推进剂温度进行调节的温度调节装置(10)。

水击压力传感器现场校准装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种液体火箭发动试验装置,尤其涉及一种液体火箭发动机水击压力传感器的现场校准装置。

背景技术

[0002] 液体火箭发动机水击压力参数是发动机在点火和关机瞬间,发动机入口阀门的瞬间开启和关闭导致推进剂的流速发生突然变化,从而引起推进剂供应管道介质压力急剧升高和降低,最大时超过额定入口压力值的十倍甚至几十倍。

[0003] 水击压力大小与发动机入口管路、入口阀门、入口压力等有关,而水击压力测试数据是发动机结构、主阀、试验系统入口管路、试车架结构设计可靠性的主要参考依据。水击压力过大,可造成泵前管路、发动机入口管路以及发动机主阀的破坏或撕裂,轻则导致推进剂泄露、着火,重则导致发动机结构破坏、爆炸或试验失败。国内外多年的飞行经验表明,在发动机地面试验或火箭发射过程中开、关机水击压力是造成液体推进剂泄漏,使液体火箭发动机推力降低甚至完全丧失、降低发动机可靠性的主要原因。

[0004] 国内目前主要采用激波管、落锤液压、快开阀装置等方式对压力传感器进行实验室环境动态校准。

[0005] 发动机地面试验水击压力大小不仅是发动机设计人员重要关注点,也是发动机试验泵前工艺管路影响程度的重要参数指标,因此如何提高水击压力测量准确性意义非凡。影响测量水击压力准确性的因素有水击压力传感器、信号传输、信号采集等环节,任一环节不稳定因素都将直接影响到整个水击压力测量系统的不确定度,但通过现场校准能最大程度消除这些系统误差(目的),而在实验室校准则无法做到。因此开展现场水击压力校准是提高水击压力测量准确性的必要手段。

发明内容

[0006] 为了解决现有实验室校准无法做到最大程度消除这些系统误差的技术问题,本发明提供一种水击压力传感器现场校准装置。

[0007] 本发明的技术解决方案如下:

[0008] 水击压力传感器现场校准装置,其特殊之处在于:

[0009] 包括水击压力产生装置、标准传感器及用于对被校准水击压力传感器与标准传感器的数据进行采集处理的数据处理系统;

[0010] 所述水击压力产生装置包括推进剂供应系统1、与推进剂供应系统出口连接的推进剂供应管道2、设置在推进剂供应管道上的推进剂阀门3、用于调节推进剂供应管道内压力的压力调节装置及用于调节推进剂流量的流量调节装置4;

[0011] 被校准水击压力传感器5与标准传感器6设置在推进剂阀门3后的推进剂供应管道2上用于测量推进剂供应管道2内的压力。

[0012] 上述推进剂供应系统包括贮箱11,所述贮箱11的下端为推进剂供应系统出口,所

述贮箱的下端与推进剂供应管道2的入口连接。

[0013] 上述压力调节装置包括供气配气台71、气动薄膜式调节阀72、定位器73、压力变送器74、PID控制调节仪75及电源76，

[0014] 所述压力变送器74的信号输入端与贮箱11的下端连接，所述压力变送器74的信号出口端与PID控制调节仪75的信号输入端连接，所述PID控制调节仪75通过定位器73与气动薄膜式调节阀72的调节端连接，所述气动薄膜式调节阀72的入口端与供气配气台71的出口连接，所述气动薄膜式调节阀72的出口端与贮箱11的入口端连接，

[0015] 所述电源76用于压力变送器74及PID控制调节仪75的供电。所述压力调节装置原理不可变更，增压方式和具体结构可根据现场情况进行设计。

[0016] 上述供气配气台内具有一主气路和由主气路分出的三个支路，三个支路分别是与贮箱入口连接的贮箱压力调节支路、与推进剂供应管道连接的吹扫置换支路、与水击压力传感器现场校准装置中各气动阀门连接的控制气源支路；所述供气配气台原理和基本功能不可改变，外形及结构布局可进行适当更改或替换。

[0017] 上述流量调节装置4为一组不同直径的节流孔板41组，孔板前分别加装隔离阀门。

[0018] 上述数据处理系统包括数据采集及处理模块81及计算机82，所述数据采集及处理模块包括信号调理器、数据采集系统，所述信号调理器的输入端分别与标准传感器和被校准水击压力传感器的输出端连接，所述信号调理器、数据采集系统及计算机依次连接相互通信。

[0019] 上述的水击压力传感器现场校准装置，还包括自动校准装置，所述自动校准装置包括工控机及交换机，所述工控机用于控制推进剂阀门，所述交换机与数据处理系统的计算机相互通信。

[0020] 上述水击压力传感器现场校准装置还包括推进剂回收装置，所述推进剂回收装置包括收集器91、回收阀门92及泵93，所述收集器放置在推进剂供应管道出口端，所述泵的入口与收集器的出口连接，所述泵的出口与贮箱连接，所述回收阀门设置在泵与收集器之间。

[0021] 上述推进剂供应系统还包括对推进剂温度进行调节的温度调节装置10。

[0022] 本发明与现有技术相比，有益效果是：

[0023] 本发明通过建立水击压力产生装置，能够真实模拟试验时水击传感器工作环境，接触真实工作介质；能过使产生水击压力条件与实际试验管路水击发生条件能保持一致（即在等同的初始压力条件及腐蚀环境条件下，相对于真实试验时水击压力的特点，水击压力传感器安装位置和安装方式与试验状态保持一致），最后能够具有与试验时相似流场及阀门开关条件，使现场校准装置产生的压力信号的幅值频率接近实际工作产生的压力幅值频率。因此本发明的现场校准能最大程度消除背景技术中的系统误差，而在实验室校准则无法做到。因此本发明的现场水击压力校准是提高了水击压力测量的准确性。

附图说明

[0024] 图1是水击压力动态现场校准装置原理图；

[0025] 图2是压力调节装置原理图；

[0026] 图3是供气配气台原理图；

[0027] 图4是水击压力传感器自动校准系统原理图。

[0028] 图5是孔板结构图。

[0029] 其中附图标记为：1-推进剂供应系统、11-贮箱、2-推进剂供应管道、3-推进剂阀门、4-流量调节装置、41-节流孔板、5-被校准水击压力传感器、6-标准传感器、71-供气配气台、72-气动薄膜式调节阀、73-定位器、74-压力变送器、75-PID控制调节仪、76-电源、81-数据采集及处理模块、82-计算机、91-收集器、92-回收阀门、93-泵。

具体实施方式

[0030] 本装置主要是根据液体发动机试验水击压力产生机理和水击压力传感器现场校准特点,综合考虑试验现场校准环境,设计的水击压力现场校准装置。以下结合附图对本发明进行详细说明。

[0031] 1) 水击压力现场校准装置的系统组成

[0032] 本发明主要是根据液体火箭发动机试验水击压力产生机理和水击压力传感器现场校准特点,综合考虑试验现场校准环境,校准装置模拟试验产生水击压力方式产生水击压力,实现对水击压力传感器现场校准。

[0033] 根据水击压力传感器现场校准原理和方案构建的水击压力传感器现场校准装置如图1,水击压力现场校准装置主要由贮箱11、推进剂阀门3、推进剂供应管道2、标准传感器6、被校准水击压力传感器5、工控机、数据采集系统、收集器91以及相应的配套设备组成。

[0034] (1) 系统工作原理

[0035] 通过现场校准模拟试验系统水击压力的产生,由标准传感器和被校准水击压力传感器同时记录产生的水击压力信号,同时对获得的测量数据进行同步分析。系统工作时,推进剂供应系统内加注推进剂,通过压力调节装置设定推进剂初始压力,工控机控制推进剂阀门快速开启产生水击,通过安装在管道截面上的被测传感器和标准传感器分别测量水击压力值,并分别由被测采集系统和标准采集系统采集传感器信号,经数据转换后传递至计算机82进行存储和处理,用于数据处理和分析。

[0036] (2) 推进剂阀门3

[0037] 推进剂阀门3主要是在现场校准时,能按要求快速打开,产生预定水击压力,打开速度和关闭速度均小于10ms。工作的主要特点是推进剂阀门开启速度直接影响到产生水击压力值的大小。

[0038] (3) 压力调节装置

[0039] 压力调节装置主要由供气配气台71、压力变送器74、PID控制调节仪75及定位器73、气动薄膜式调节阀72、电源76及供气管道等组成。工作原理如图2所示。

[0040] 压力调节系统工作介质为氮气,工作气源由高压氮气经配气台上的减压器进行减压调节后提供;采用由PID控制的气动薄膜调节阀装置实现贮箱压力的闭环调节。压力变送器将贮箱压力信号进行转换后,传送至PID控制器,与程序设定的设计压力值进行比对。经积分运算后,由PID控制器发送电流信号至定位器,并由定位器对气动薄膜调节阀开度进行调节,实现增压气体流量调节的目的,从而使贮箱压力保持在设定范围内。

[0041] 供气配气台提供指定压力的增压氮气,氮气输出最大工作压力为6.4MPa。配气台气源由气瓶场19MPa高压供气管路提供。配气台内设置3路供气支路,分别用于贮箱压力调节、管道吹扫置换和系统阀门控制气源。参见图3的供气配气台原理图,增压气与贮箱顶部

的增压口连接,通过氮气增压方式,保证贮箱内推进剂压力满足试验要求。控制气共4路,每路进入1个双通路电磁阀,通过电磁阀控制推进剂供应系统管道上各气动阀门的开闭动作。增压气路工作压力1MPa~6.4MPa,管道吹扫置换路压力0MPa~2.5MPa,阀门控制气源压力0MPa~5.0MPa。配气台原理图见图5。校准工作前,调节各减压阀门出口压力至设定压力,打开配气台各手动供气阀门为校准装置供气。

[0042] 气动薄膜式调节阀作为压力调节关键设备,由PID控制调节仪进行控制,通过压力变送器进行压力实时反馈,实现贮箱压力的闭环调节。气动薄膜调节阀的开度通过定位器控制。利用控制氮气调节气动薄膜调节阀的开度,调节增压气流量。

[0043] (4) 流量调节装置

[0044] 流量调节装置用于调节管道流量,模拟在真实状态下水击产生前后的介质流动特性,验证真实状态下水击在系统中的传播特性。流量调节装置为一组不同直径的节流孔板组,节流孔板的结构如图5,节流孔板41前分别加装隔离阀门,试验过程中,打开隔离阀门低压腔控制阀,发生水击后液体能够流通。通过打开不同孔板前隔离阀门,分别验证不同流量下水击压力传播特性。

[0045] (5) 推进剂供应系统

[0046] 推进剂供应系统主要由贮箱11、推进剂供应管道和阀门等组成,为水击压力现场校准提供介质的贮存和供应。

[0047] 2) 水击压力传感器现场自动校准

[0048] 为了提高水击压力传感器现场校准效率,完成真实介质的容器加注、管路充填、容器压力梯度档位快速调节等自动过程控制,实现单次批量标准化校准、校准数据自动入库、校准报告自动生成等操作,校准装置需要具备较高的自动化程度。

[0049] 由于水击压力传感器现场校准包括传感器安装、容器加注、容器增压、管路充填、采集系统测试、系统综合测试、推进剂阀门自动控制、容器真实介质回收等多个过程,容器、推进剂阀门、管路、传感器、采集系统等组成环节多,系统状态较复杂,同时需要模拟动态压力环境,因此对水击压力校准各个工艺流程进行同步化设计,实现水击压力传感器现场自动校准。

[0050] 水击压力传感器自动校准根据传感器输出数据,控制校准进程、控制氮气增压与介质流量、在保持预定条件下,自动加载介质容器压力环境,采用网络PTP协议,实现自动控制推进剂阀门的开关,将阀门的反馈信号实时采集,根据控制工控机统一发出的时序信号,测量系统同步记录。在完成预设压力动态校准后,对数据进行自动分析及报告打印。

[0051] 水击压力传感器现场自动校准系统原理如图4所示。

[0052] 工控机校准程序发出开始校准指令,水击压力校准装置通过控制阀门动作产生直接水击;PID控制调节仪启动工作,控制气体减压阀调节增压气流量,通实现介质在额定的压力下工作;流量调节孔板组各隔离阀门为气动阀门,工控机发出指令,通过电磁阀实现控制气的通断,控制气动阀门打开或关闭。通过工控机统一控制时序信号,保证校准过程的同步性,采集系统自动记录水击压力传感器输出值,并自动完成传感器校准并输出校准结果。温度闭环调节系统,保持试验过程中介质自身特性的稳定。

[0053] 水击压力传感器现场校准方法和数据分析处理

[0054] 系统现场校准装置组装后,编写水击压力测量系统现场校准大纲,先用水进行现

场校准调试试验,验证水击传感器现场校准系统的适用性,并对校准数据进行初步分析判断;再用真实介质进行现场校准。

[0055] 根据水击压力传感器在实际中应用的范围,选择从1MPa校准至6MPa,间隔1MPa,共进行6个点的标定。由水击压力校准装置按照设定的水击压力值,控制压力调节装置对贮箱初始压力进行调节,控制校准装置的压力值分别为1、2、3、4、5、6MPa,压力值偏差 ± 0.01 MPa,通过标准传感器和被校准水击压力传感器同时测量产生的水击信号,并将校准数据进行对比、分析,总结校准数据变化规律,得到水击输入的压力信号与输出压力信号之间的传递函数。

[0056] 通过现场校准装置加载5MPa压力,重复进行10次现场校准,用贝塞耳公式进行计算,获得水击压力测量结果的在最佳频带范围的分散性。

[0057] 根据测量标准传感器与被校准水击压力传感器在水击发生条件下的校准数据,将校准数据进行对比、分析,剔除掉校准数据异常点,通过总结校准数据变化规律,获得准确的水击压力现场校准曲线。

[0058] 通过现场校准装置加载定值压力产生水击数据验证水击现场校准数据分析结果的准确性,再通过多次定值加载试验数据,进行定性分析水击压力传感器的动态重复性,利用贝塞耳公式定量地描述其在工作频带最佳值附近的分散程度。

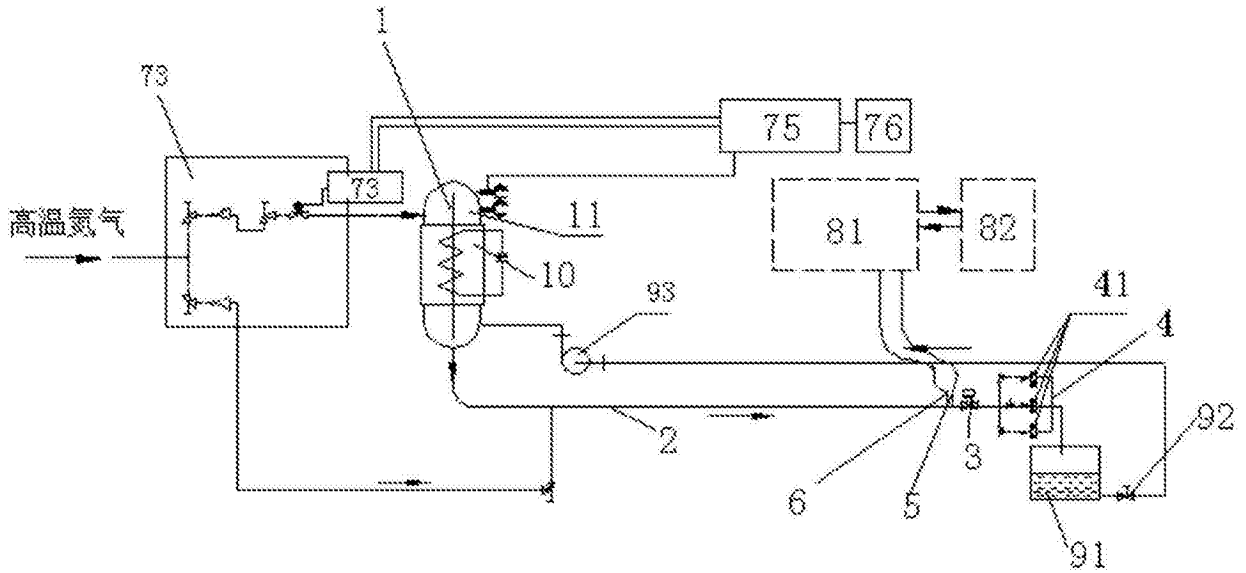


图1

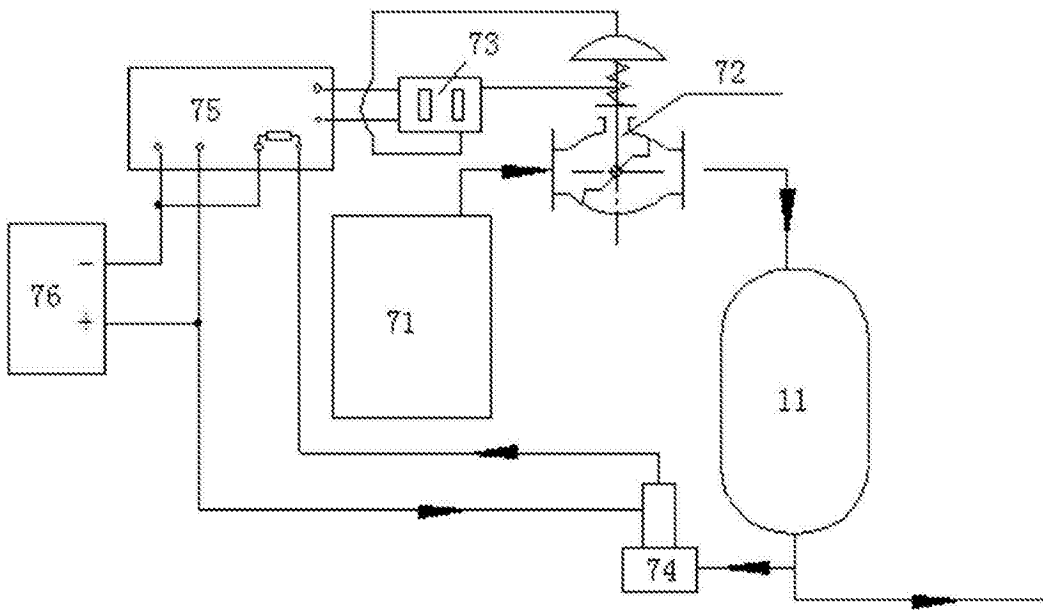


图2

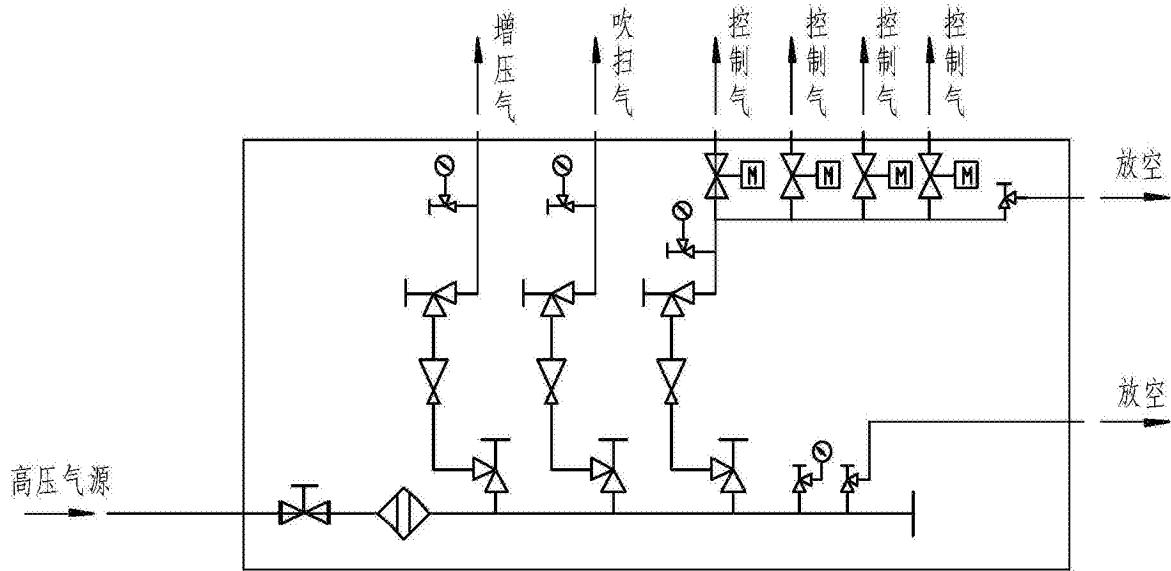


图3

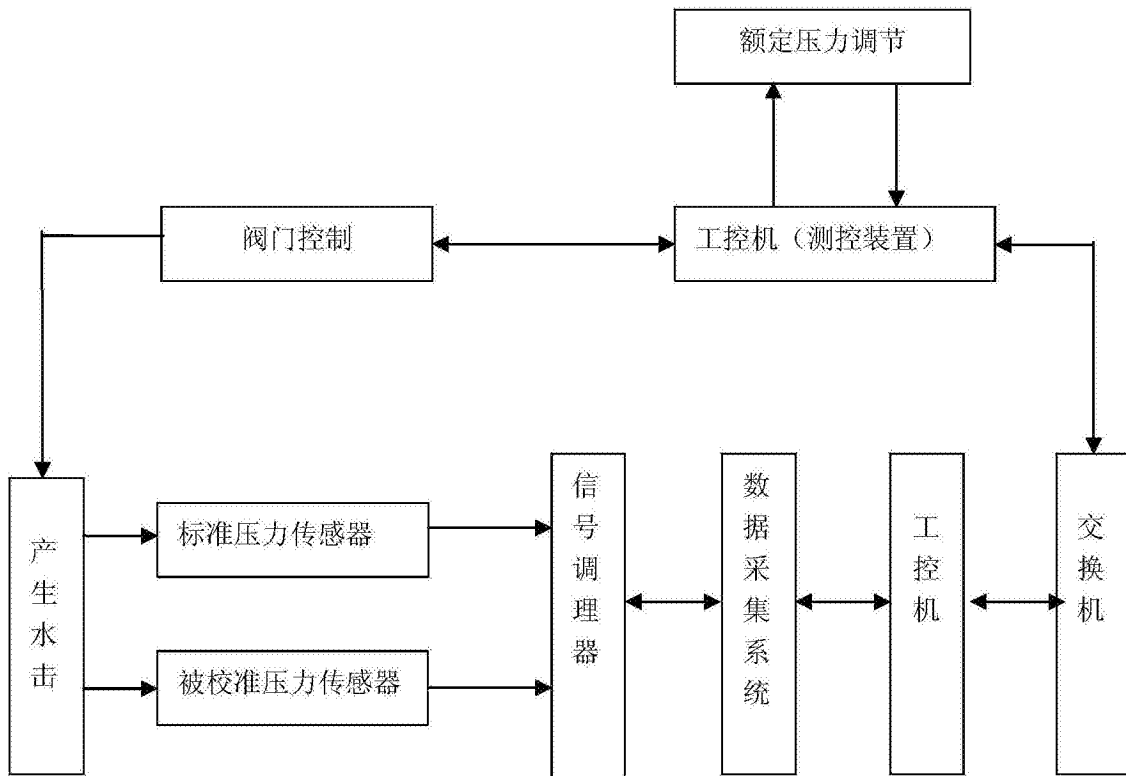


图4

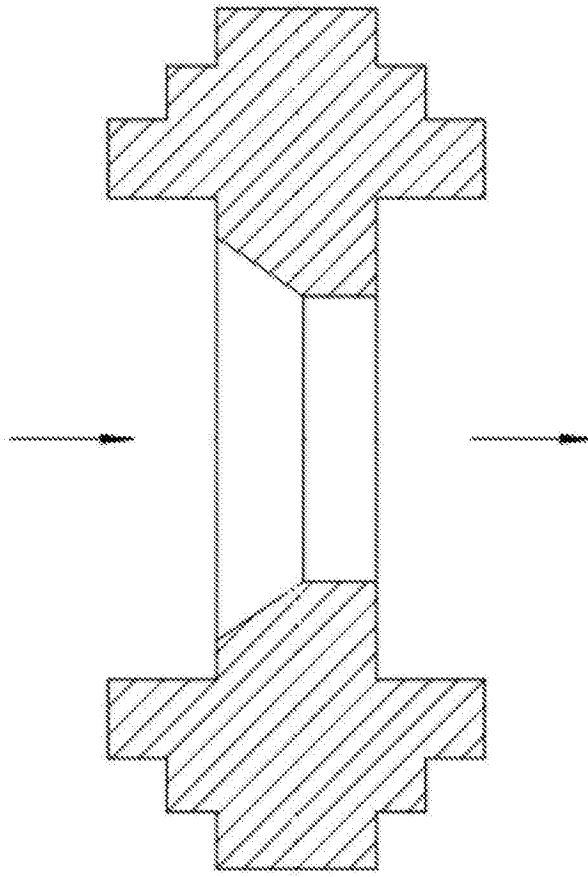


图5