



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111220452 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 03

(21) 申请号 202010102185.2

(22) 申请日 2020.02.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111220452 A

(43) 申请公布日 2020.06.02

(73) 专利权人 辽宁工程技术大学

地址 123000 辽宁省阜新市细河区中华路
47号

(72) 发明人 齐消寒 王晓琪 艾纯明 马恒

张遵国 白刚 刘宇

(74) 专利代理机构 北京华夏正合知识产权代理

事务所(普通合伙) 11017

专利代理师 陈晓宁

(51) Int. Cl.

G01N 3/02 (2006.01)

G01N 3/06 (2006.01)

G01N 3/12 (2006.01)

G01N 3/30 (2006.01)

G01N 15/08 (2006.01)

审查员 刘少帅

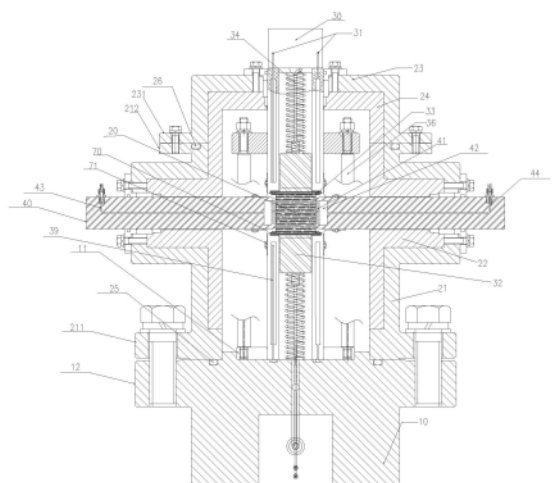
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

一种煤岩模拟试验用真三轴压力室及其试验方法

(57) 摘要

本发明公开了一种煤岩模拟试验用真三轴压力室及其试验方法,包括压力室基座,安装在微机电液伺服压力机上;压力室承压腔,固定在压力室基座上,其内部放置有煤岩试件;一对Z向加载柱,用于对煤岩试件进行超声检测和加热冲击;一对X向加载柱,用于记录加载过程中煤岩试件的渗流特性;一对Y向加载柱,水平Y向穿过压力室承压腔并对煤岩试件的前面和后面进行加压;摆锤式冲击装置,位于压力室承压腔的一侧,用于对煤岩试件同时加载静载与动冲击。本发明具有可实时超声无损检测,可施加热冲击,开展不同应力路径下热冲击对煤岩的力学性质及渗流特性的影响研究;可实现静载与动冲击同时加载,记录加载过程中煤的渗流特性及实现真三轴加载等功能。



1. 一种煤岩模拟试验用真三轴压力室,其特征在于:包括:

压力室基座,安装在微机电液伺服压力机上;

压力室承压腔,固定在所述压力室基座上,其内部放置有煤岩试件;

一对Z向加载柱,竖直穿过所述压力室承压腔并对煤岩试件的顶面和底面进行加压,并用于对煤岩试件进行超声检测和加热冲击;

位于上方的Z向加载柱内设有用于发射超声波的第一平面换能器,位于下方的Z向加载柱内设有用于接受超声波的第二平面换能器,所述第一平面换能器和第二平面换能器靠近煤岩试件的一端设有定位盘,其远离煤岩试件的一端设有用于使第一平面换能器和第二平面换能器与定位盘紧密贴合的压缩弹簧;

所述Z向加载柱的周面于所述压力室承压腔内连接有稳定盘,所述稳定盘上螺纹连接有多个竖直设置的稳定杆,用于稳定两个Z向加载柱在同一条直线上;

所述稳定杆内部设有用于给煤岩试件进行加热的电阻丝;

所述Z向加载柱的筒壁内设有从其顶部贯穿到底部的用于通入冷却液的第一空腔、从Z向加载柱的底部贯穿到其顶部的用于输出冷却液的第二空腔,所述第一空腔的顶端通过冷却液入口连接循环冷却液进入管,所述第二空腔的顶端通过冷却液出口连接循环冷却液出口管;

一对X向加载柱,水平X向穿过所述压力室承压腔并对煤岩试件的左面和右面进行加压,并用于记录加载过程中煤岩试件的渗流特性;

所述X向加载柱为圆柱方头结构,其顶端设置有通气压头,所述通气压头连通有气压腔;位于左方的X向加载柱内设有用于连接瓦斯管路入口的瓦斯进入管道,位于右方的X向加载柱内设有用于连接瓦斯管路出口的瓦斯通出管道;

所述瓦斯管路入口和瓦斯管路出口连接有瓦斯储罐和气体压力、流量传感器,用于监测试验过程中煤岩试件的渗透率;

一对Y向加载柱,水平Y向穿过所述压力室承压腔并对煤岩试件的前面和后面进行加压;

摆锤式冲击装置,位于所述压力室承压腔的一侧,穿过其中一个Y向加载柱对煤岩试件施加冲击载荷,用于对煤岩试件同时加载静载与动冲击;

位于后方的Y向加载柱为实心结构,位于前方的Y向加载柱为筒状,其内部设有可沿其长度方向移动并用以传递冲击力的撞击杆;位于前方的Y向加载柱靠近煤岩试件的一端设置有T型加载头,用于传递由加载柱传递的静压和由所述摆锤式冲击装置通过撞击杆施加的动荷载;

所述摆锤式冲击装置包括可移动底座、固定在所述可移动底座上的支撑杆、通过转轴转动 连接在所述支撑杆顶部的摆臂、可拆卸的连接在所述摆臂的自由端的摆锤;所述支撑杆的上部设有机械角度表盘,所述摆臂上设有透射式光纤位移传感器,用于通过所述机械角度表盘上的计量孔测量出摆臂的角度变化量,并得到所述撞击杆获得的冲击能量的大小;

所述机械角度表盘上设置计量孔,实验过程中摆臂发生位移变化时,透射式光纤位移传感器记录下变化过程中经过计量孔的数量,由此可以测量出摆臂角度变化量,并在控制器面板上显示、储存记录;所述透射式光纤位移传感器的光纤采用Y型结构,两束光纤一端

合并在一起组成光纤探头,另一端分为两支,分别作为光源光纤和接收光纤,光由光源光纤传输,再被反射到接收光纤,最后由光电转换器接收;光源光纤、接收光纤固定在摆臂,分别安装在计量孔的内外两侧,只有当光源光纤、接收光纤、计量孔三者共线时才能够接收到光信号;实验过程中当摆臂运动时,透射式光纤传感器接收到的光信号会交替出现,通过透射式光纤位移传感器记录实验过程中摆臂通过的角度;

所述撞击杆获得摆锤的冲击能量大小的计算公式为:摆锤的质量为 M ,摆锤初始下落位置时,摆臂与水平方向夹角为 α ,与撞击杆撞击后,摆锤回弹至最高位置时摆臂与水平方向夹角 β ,摆臂长度 L ,则摆锤传递出的冲击能量 $J=MgL(\sin\beta-\sin\alpha)$ 。

2.如权利要求1所述的煤岩模拟试验用真三轴压力室,其特征在于,所述压力室承压腔由压力室中部承压外壳、中部保温隔热层及压力室上部承压外壳、上部保温隔热层组成,所述中部保温隔热层和上部保温隔热层用于使压力室承压腔内部实现恒温;

所述中部承压外壳通过密封法兰盘和橡胶环与所述压力室基座密封连接,所述压力室上部承压外壳通过法兰盘和密封圈与所述中部承压外壳密封连接。

3.如权利要求2所述的煤岩模拟试验用真三轴压力室,其特征在于,所述煤岩试件的前面和后面涂上硅胶并用“十字”型热缩管进行包裹,当“十字”型热缩管箍紧煤岩试件后,用双钢丝喉箍卡扣扣紧“十字”型热缩管。

4.一种采用如权利要求3所述的煤岩模拟试验用真三轴压力室的试验方法,其特征在于,包括以下步骤:

S10:将压力室基座放置在微机电液伺服压力机上,电液伺服压力机的下压盘上设置有与压力室基座的凹槽契合的凸起圆盘,下压盘的凸起圆盘对准压力室基座的凹槽;

S20:将位于下方的Z向加载柱安装固定在压力室基座上部中心位置的固定盘座上,之后将煤岩试件安装到位于下方的Z向加载柱的定位盘预留的方形凹槽内;

S30:利用吊装设备,将带有X、Y向四个加载柱的压力室中部承压外壳,采用对角方式上紧螺栓,使压力室基座的底部密封法兰盘和压力室中部承压外壳的中下部密封法兰盘连接紧密,避免漏气;

S40:将位于上方的Z向加载柱放置在煤岩试件上,在煤岩试件的前面和后面均匀涂抹一层硅胶,套上“十字”型热缩管,将两个X向加载柱推进,紧紧压住煤岩试件,用热风机均匀吹“十字”型热缩管,使其紧缩,箍紧煤岩试件,用双钢丝喉箍卡扣扣紧“十字”型热缩管,使其密封性良好,推进两个Y向加载柱,使其紧紧压住煤岩试件;

S50:分别安装稳定杆和Z向加载柱的稳定盘;

S60:将压力室承压腔内部预设的流量传感器安装好,导线通过预留接线口连接外部仪器设备;

S70:利用吊装设备,将压力室上部承压外壳的上部法兰盘和压力室中部承压外壳的中上部法兰盘对准,拧紧螺栓;将伺服加载系统分别对准Z向加载柱、X向加载柱和Y向加载柱进行加载,即可以进行试验;

S80:将摆锤式冲击装置推进至位于前方的Y向加载柱的一侧,使摆锤摆至最低点时正好能水平冲击撞击杆上,然后拧紧可移动底座的锁紧螺栓,之后按照试验设计的路径进行相关试验。

一种煤岩模拟试验用真三轴压力室及其试验方法

技术领域

[0001] 本发明属于煤矿实验装置的技术领域,尤其涉及一种煤岩模拟试验用真三轴压力室及其试验方法。

背景技术

[0002] 在未来相当长的时间,煤炭依然是我国最重要的能源,随着浅部煤炭资源的枯竭,各大矿区煤炭纷纷转入深井开采(埋深>800m),深井煤层处于高应力、高地温、流体流动和剧烈的工程扰动等多物理场耦合环境下,同时由于采空区及钻孔发火,煤体受到热冲击的情况也愈发频繁,在这种极其复杂的条件下,煤的力学特性和渗流规律是评价和影响深井煤及煤层气资源开发的关键因素。由于构造应力的存在,深部煤层往往处于真三轴应力状态($\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$),系统性地开展真三轴应力条件下深部煤层的多物理场耦合(热-流-固-动载)响应特性研究,对深部矿井煤炭资源的安全、高效开采具有重要的现实意义。实际科学研究过程中,由于力学性质试验具有破坏性,而且煤样的离散型又非常大,因此无法进行大量有规律的重复试验。

[0003] 申请号为201910025755.X的专利公开了一种声电渗综合监测的拟三轴压力室及试验方法,涉及岩石力学技术领域,包括密封装置、轴压筒、围压筒、位移监测装置、声电监测装置和渗流装置,密封装置包括轴压上压盖、轴压压盖、密封胶上压盖、密封胶下压盖和试验体底座,形成密闭空间并保证装置的密封性,轴压筒包括轴压活塞、柱塞、万向阀和应力传感器,能够控制轴压有效传递,围压筒包括围压室、围压入口和围压出口,方便围压的监测和调节,位移监测装置包括轴向引伸计、径向引伸计和数据采集仪,实时监测位移变化,声电监测装置包括声波探头套、导体和接收器,渗流装置包括进水管和出水管,实现渗透率监测,解决了煤岩体渗流试验监测不精确的技术问题,还具有操作简便等优点。不足:该装置不能进行热冲击试验,不能实现真三轴加载,不能实现动冲击加载。

[0004] 申请号为201910611100.0的专利公开了一种岩石测试试验三轴压力室,包括传压筒及底座,传压筒顶部用于与加载框架顶部相互连接,底座底部用于与加载框架底部相互连接,且底座与传压筒同轴设置;传压筒内部设置有助于容纳加载油缸活塞的中空部,且底座与传压筒之间留置有助于放置试样的间隔;还包括承压筒,承压筒上部套设在传压筒上,下部套设在底座上,形成用于放置试样的测试舱,且承压筒与传压筒及底座滑动连接以打开或关闭所述测试舱。本发明的目的在于:针对现有的扣压型及螺栓紧固型三轴压力室存在试验效率较低的问题,提供一种岩石测试试验三轴压力室。该三轴压力室利用轴向可升降的承压筒形成试样测试舱,从而显著提高了试验效率。不足:该装置不能实时超声检测,无法施加热冲击,不能实现静载与动冲击同时加载,无记录加载过程中煤的渗流特性及真三轴加载等功能。

[0005] 申请号为201910824244.4的专利公开了一种煤岩样气体渗流试验用压力室,包括圆钢筒、环向压力传递套、T型封头、PEEK套、锥形钢套、右活塞套、右第一压套、右第二压套、左第一压套、左第二压套,在环向压力传递套、两个T型封头之间形成圆柱形的煤岩样腔,在

环向压力传递套与圆钢筒之间形成环向压力施加腔;所述圆钢筒的侧壁上设置有两个环向高压液接口,右第二压套的侧壁上设置有两个轴向高压液接口,两个T型封头上各设置有一个渗流高压气体及电阻率测定仪PEEK绝缘接头共用接口。本试验装置能更加真实地模拟煤岩样在不同压力、不同温度以及地下波等地下真实状况下的气体渗流情况,使试验结果具有更高的现实指导意义,对煤岩层安全开采提供可靠保障。不足:该装置温度冲击范围窄,属于伪三轴加载,无法实现动载。

[0006] 公开号为CN103196490A的专利公开一种含多测量单元的高压三轴压力室,包括主腔体、位于所述主腔体下部的下底盘和位于所述主腔体上部的上顶盖,所述下底盘和上顶盖通过三根轴连接,所述高压三轴压力室还包括可替换使用的超声测量单元、时域反射测量单元、电阻测量单元和温度测量单元中的一种或多种。本发明将多种测量单元与现有的一套水合物合成分解与力学性质测量系统结合起来,使得原有的水合物合成分解及力学性质一体化设备,除了能测量应力应变、强度等宏观参数外,还能同时测量水合物声波、电磁波和电阻特性等参数,从而为深入研究水合物沉积物宏观力学参数和各物性参数及声波和电阻参数间的关系奠定坚实的实验基础,提供可靠的实验手段。不足:此装置为多测量单元分别安装使用,不能同时测量多个参数,且为伪三轴加载,不能实现热冲击试验和动载加载,不能记性加载过程中渗流试验。

[0007] 综合上述现有类似装置,均不能提供真三轴应力条件下深部煤层的多物理场耦合(热-流-固-动载)环境。

发明内容

[0008] 基于上述现有技术的不足,本发明所要解决的技术问题在于提供一种煤岩模拟试验用真三轴压力室及其试验方法,可实时超声检测,施加热冲击,实现静载与动冲击同时加载,记录加载过程中煤的渗流特性及实现真三轴加载功能。

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明通过以下技术方案来实现:本发明提供一种煤岩模拟试验用真三轴压力室,包括压力室基座,安装在微机电液伺服压力机上;压力室承压腔,固定在所述压力室基座上,其内部放置有煤岩试件;一对Z向加载柱,竖直穿过所述压力室承压腔并对煤岩试件的顶面和底面进行加压,并用于对煤岩试件进行超声检测和加热冲击;一对X向加载柱,水平X向穿过所述压力室承压腔并对煤岩试件的左面和右面进行加压,并用于记录加载过程中煤岩试件的渗流特性;一对Y向加载柱,水平Y向穿过所述压力室承压腔并对煤岩试件的前面和后面进行加压;摆锤式冲击装置,位于所述压力室承压腔的一侧,穿过其中一个Y向加载柱对煤岩试件施加冲击载荷,用于对煤岩试件同时加载静载与动冲击。

[0010] 可选的,位于上方的Z向加载柱内设有用于发射超声波的第一平面换能器,位于下方的Z向加载柱内设有用于接受超声波的第二平面换能器,所述第一平面换能器和第二平面换能器靠近煤岩试件的一端设有定位盘,其远离煤岩试件的一端设有用于使第一平面换能器和第二平面换能器与定位盘紧密贴合的压缩弹簧。

[0011] 进一步的,所述Z向加载柱的周面于所述压力室承压腔内连接有稳定盘,所述稳定盘上螺纹连接有多个竖直设置的稳定杆,用于稳定两个Z向加载柱在同一条直线上;所述稳定杆内部设有用于给煤岩试件进行加热的电阻丝。

[0012] 可选的,所述Z向加载柱的筒壁内设有从其顶部贯穿到底部的用于通入冷却液的第一空腔、从Z向加载柱的底部贯穿到其顶部的用于输出冷却液的第二空腔,所述第一空腔的顶端通过冷却液入口连接循环冷却液进入管,所述第二空腔的顶端通过冷却液出口连接循环冷却液出口管。

[0013] 可选的,所述X向加载柱为圆柱方头结构,其顶端设置有通气压头,所述通气压头连通有气压腔;位于左方的X向加载柱内设有用于连接瓦斯管路入口的瓦斯进入管道,位于右方的X向加载柱内设有用于连接瓦斯管路出口的瓦斯通出管道;所述瓦斯管路入口和瓦斯管路出口连接有瓦斯储罐和气体压力、流量传感器,用于监测试验过程中煤岩试件的渗透率。

[0014] 进一步的,位于后方的Y向加载柱为实心结构,位于前方的Y向加载柱为筒状,其内部设有可沿其长度方向移动并用以传递冲击力的撞击杆;位于前方的Y向加载柱靠近煤岩试件的一端设置有T型加载头,用于传递由加载柱传递的静压和由所述摆锤式冲击装置通过撞击杆施加的动荷载。

[0015] 可选的,所述摆锤式冲击装置包括可移动底座、固定在所述可移动底座上的支撑杆、通过转轴转到连接在所述支撑杆顶部的摆臂、可拆卸的连接在所述摆臂的自由端的摆锤;所述支撑杆的上部设有机械角度表盘,所述摆臂上设有透射式光纤位移传感器,用于通过所述机械角度表盘上的计量孔测量出摆臂的角度变化量,并得到所述撞击杆获得的冲击能量的大小。

[0016] 可选的,所述压力室承压腔由压力室中部承压外壳、中部保温隔热层及压力室上部承压外壳、上部保温隔热层组成,所述中部保温隔热层和上部保温隔热层用于使压力室承压腔内部实现恒温;所述中部承压外壳通过密封法兰盘和橡胶环与所述压力室基座密封连接,所述压力室上部承压外壳通过法兰盘和密封圈与所述中部承压外壳密封连接。

[0017] 进一步的,所述煤岩试件的前面和后面涂上硅胶并用“十字”型热缩管进行包裹,当“十字”型热缩管箍紧煤岩试件后,用双钢丝喉箍卡扣扣紧“十字”型热缩管。

[0018] 本发明还提供一种上述的煤岩模拟试验用真三轴压力室的试验方法,包括以下步骤:

[0019] S10:将压力室基座放置在微机电液伺服压力机上,电液伺服压力机的下压盘上设置有与压力室基座的凹槽契合的凸起圆盘,下压盘的凸起圆盘对准压力室基座的凹槽;

[0020] S20:将位于下方的Z向加载柱安装固定在压力室基座上部中心位置的固定盘座上,之后将煤岩试件安装到位于下方的Z向加载柱的定位盘预留的方形凹槽内;

[0021] S30:利用吊装设备,将带有X、Y向四个加载柱的压力室中部承压外壳,采用对角方式上紧螺栓,使压力室基座的底部密封法兰盘和压力室中部承压外壳的中下部密封法兰盘连接紧密,避免漏气;

[0022] S40:将位于上方的Z向加载柱放置在煤岩试件上,在煤岩试件的前面和后面均匀涂抹一层硅胶,套上“十字”型热缩管,将两个X向加载柱推进,紧紧压住煤岩试件,用热风机均匀吹“十字”型热缩管,使其紧缩,箍紧煤岩试件,用双钢丝喉箍卡扣扣紧“十字”型热缩管,使其密封性良好,推进两个Y向加载柱,使其紧紧压住煤岩试件;

[0023] S50:分别安装稳定杆和Z向加载柱的稳定盘;

[0024] S60:将压力室承压腔内部预设的传感器安装好,导线通过预留接线口连接外部仪

器设备；

[0025] S70:利用吊装设备,将压力室上部承压外壳的上部法兰盘和压力室中部承压外壳的中上部法兰盘对准,拧紧螺栓;将伺服加载系统分别对准Z向加载柱、X向加载柱和Y向加载柱进行加载,即可以进行试验;

[0026] S80:将摆锤式冲击装置推进至位于前方的Y向加载柱的一侧,使摆锤摆至最低点时正好能水平冲击撞击杆上,然后拧紧可移动底座的锁紧螺栓,之后按照试验设计的路径进行相关试验。

[0027] 由上,本发明的煤岩模拟试验用真三轴压力室及其试验方法对煤体在深部矿井开采过程中所处的多物理场进行尽可能接近实际的模拟,从而展开相应力学与渗流特性的研究,使试验规律和研究结果能更好的指导实际生产,至少具有如下有益效果:

[0028] 1、具有可实时超声无损检测,记录煤岩试件在不同应力状态下声波传播特征;

[0029] 2、可施加热冲击($0^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$),开展不同应力路径下热冲击对煤岩的力学性质及渗流特性的影响研究;

[0030] 3、可实现静载与动冲击同时加载,记录加载过程中煤的渗流特性及实现真三轴加载等功能。

[0031] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂,以下结合优选实施例,并配合附图,详细说明如下。

附图说明

[0032] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例的附图作简单地介绍。

[0033] 图1为本发明优选实施例的煤岩模拟试验用真三轴压力室的主视图(不包括摆锤式冲击装置);

[0034] 图2为本发明的煤岩模拟试验用真三轴压力室的侧视图;

[0035] 图3为本发明的煤岩模拟试验用真三轴压力室的摆锤式冲击装置的结构示意图;

[0036] 图4为本发明的X向加载柱的通气压头的剖面图;

[0037] 图5为本发明的煤岩模拟试验用真三轴压力室的定位盘的结构示意图;

[0038] 图6为图5中A-A处的剖面图;

[0039] 图7为本发明的煤岩模拟试验用真三轴压力室的稳定盘的结构示意图;

[0040] 图8为本发明的煤岩模拟试验用真三轴压力室的“十字”型热缩管的结构示意图。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图详细说明本发明的具体实施方式,其作为本说明书的一部分,通过实施例来说明本发明的原理,本发明的其他方面、特征及其优点通过该详细说明将会变得一目了然。在所参照的附图中,不同的图中相同或相似的部件使用相同的附图标号来表示。

[0042] 如图1至图8所示,本发明的煤岩模拟试验用真三轴压力室及其试验方法主要对煤体在深部矿井开采过程中所处的多物理场进行尽可能接近实际的模拟,从而展开相应力学与渗流特性的研究,具有可实时超声检测,可施加热冲击($0^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$),静载与动冲击同时

加载,记录加载过程中煤的渗流特性及实现真三轴加载等功能,包括安装在微机电液伺服压力机上的压力室基座10、固定在所述压力室基座10上的压力室承压腔、三向加载柱和摆锤式冲击装置60,压力室基座10的下部设置有凹槽,方便对正放置在微机电液伺服压力机上,不用安装,直接放置在微机电液伺服压力机的下压盘上即可。压力室承压腔由压力室中部承压外壳21、中部保温隔热层22及压力室上部承压外壳23、上部保温隔热层24组成,压力室承压腔内部放置有煤岩试件20。所述中部保温隔热层22和上部保温隔热层24用于使压力室承压腔内部实现恒温,所述中部承压外壳21通过密封法兰盘和橡胶环25与所述压力室基座10密封连接,所述压力室上部承压外壳23通过法兰盘和密封圈26与所述中部承压外壳21密封连接。

[0043] 本发明的三向加载柱,共六根,每两个为一组,各组内部结构又有不同,分别包括竖直穿过所述压力室承压腔10并对煤岩试件20的顶面和底面进行加压,并用于对煤岩试件进行超声检测和加热冲击的一对Z向加载柱30、水平X向穿过所述压力室承压腔10并对煤岩试件20的左面和右面进行加压,并用于记录加载过程中煤岩试件的渗流特性的一对X向加载柱40和水平Y向穿过所述压力室承压腔10并对煤岩试件20的前面和后面进行加压的一对Y向加载柱50。Z向加载柱30为中空圆柱筒结构,材质为高硬度绝热高聚物,筒壁内设置空腔,空腔设有冷却液进出口31,进口管路深入腔底,内部可实现冷却液循环。具体的,位于上方的Z向加载柱内部设有用于发射超声波的第一平面换能器,位于下方的Z向加载柱内部设有用于接受超声波的第二平面换能器32,为了能使平面换能器与煤岩试件的中心对正,所述第一平面换能器和第二平面换能器32靠近煤岩试件的一端设有定位盘33,定位盘33接触试件的一面开有方形凹槽,定位盘33接触换能器的一面开有圆形凹槽(凹槽内可添加耦合剂)。第一平面换能器和第二平面换能器32远离煤岩试件的一端设有用于使第一平面换能器和第二平面换能器32与定位盘33紧密贴合的压缩弹簧34,保证测量的准确性。

[0044] 其中,本发明的平面换能器为非金属超声波检测仪的超声波发生和接收装置,一个用于发射超声波,一个用于接收(两个平面换能器都可用于发射和接收超声波,具体看接哪个接口)。超声检测是一种无损检测技术,其对煤样的力学性质(间接)的测定不需破坏煤体,非金属超声波检测仪应用地质勘查领域,采用超声透射法对岩石完整性快速检测,可以超声法检测岩体裂缝深度、不密实区域及蜂窝空洞、结合面质量、表面损伤层厚度等,还可以对岩体、混凝土等非金属材料力学性能检测。

[0045] 另外,Z向加载柱30的周面于所述压力室承压腔内连接有稳定盘35,所述稳定盘35上螺纹连接有多个竖直设置的稳定杆36,稳定杆36和稳定盘35连成一体用以稳定两个Z向加载柱30在同一条直线上,使两加载柱的加载方向在一条直线上。稳定杆36既有一定强度,其内部设有用于给煤岩试件进行加热的电阻丝37,通电之后可以给试件提供热冲击,其与温度传感器38联合使用,可以使压力室承压腔内部实现恒温控制。电阻丝37的电阻丝导线371通过压力室基座10穿到外部。

[0046] Z向加载柱30的筒壁内设有从其顶部贯穿到底部的用于通入冷却液的第一空腔39、从Z向加载柱的底部贯穿到其顶部的用于输出冷却液的第二空腔,所述第一空腔39的顶端通过冷却液入口连接循环冷却液进入管391,所述第二空腔的顶端通过冷却液出口连接循环冷却液出口管392。由于Z向加载柱30内部放置的超声波检测仪的平面换能器不能承受高温(最高300℃),通过上述结构可使Z向加载柱30的内部冷却,降低温度。

[0047] 本发明的X向加载柱40为圆柱方头结构,材质为高强度不锈钢,其顶端设置有通气压头41,所述通气压头41连通有气压腔42,通气压头41上均匀分布有多个透气孔。位于左方的X向加载柱内设有用于连接瓦斯管路入口的瓦斯进入管道43,位于右方的X向加载柱内设有用于连接瓦斯管路出口的瓦斯通出管道44。所述瓦斯管路入口和瓦斯管路出口连接有瓦斯储罐和气体压力、流量传感器,用于监测试验过程中煤岩试件的渗透率。在一定压差下,岩石允许流体通过的性质称为渗透性,在一定压差下,煤岩允许流体通过的能力叫渗透率。

[0048] 根据达西定律: $Q/S = -k\Delta P/\eta L$

[0049] 式中: Q 为流量(m^3/s); S 为样品横截面积(m^2); L 为样品长度(m); η 为流体黏滞系数($Pa \cdot s$); k 为渗透率; ΔP 为样品上、下游的压力差(Pa)。在煤岩样的上、下游端施加稳定的压力差 ΔP ,通过测量流经样品的流量 Q 得到渗透率,或者保持恒定的流量 Q 而测量上、下游端的压力差 ΔP 而得到渗透率。

[0050] 本发明的Y向加载柱50均为圆柱方头结构,材质为40Cr高强度合金钢,位于后方的Y向加载柱为实心结构,位于前方的Y向加载柱为筒状,其内部设有可沿其长度方向移动的实心圆柱撞击杆51,用以传递冲击力。位于前方的Y向加载柱靠近煤岩试件的一端设置有T型加载头52,即可传递由加载柱传递的静压,又可以传递由所述摆锤式冲击装置60通过撞击杆51施加的动荷载。Y向加载柱50靠近试件的端部还设有应变片53。摆锤以一定的速度冲击撞击杆51的一端,这时冲击应力波在撞击杆中产生并以一定速度传播,当应力波传播到撞击杆51和试件的端面交界处时,部分应力波被试件反射回撞击杆中,另一部分则通过试件传播进位于后方的Y向加载柱形成透射弹性波,入射波的传播通过试件,试件出现变形破坏,同时利用粘贴在T型加载头52和位于后方的Y向加载柱上的应变片53和超动态应变仪54组成的数据采集系统来测量入射波、反射波和透射波。

[0051] 本发明的摆锤式冲击装置60位于所述压力室承压腔的一侧,穿过其中一个Y向加载柱(前方的Y向加载柱)对煤岩试件施加冲击载荷,用于对煤岩试件同时加载静载与动冲击。摆锤式冲击装置60包括可移动底座61、固定在所述可移动底座61上的支撑杆62、通过转轴63转到连接在所述支撑杆62顶部的摆臂64、可拆卸的连接在所述摆臂64的自由端的摆锤65,摆锤65与摆臂64用螺纹连接,可准备不同质量的多个摆锤65,根据试验设计进行更换,进而实现冲击强度的调节。摆锤65的下方设有冲击面651,摆臂64上还设有用于防止摆臂超过水平最高位置的阻挡器66。

[0052] 可移动底座61整体可以的,设有移动轮,可调节摆锤式冲击装置与压力室承压腔的相对位置,同时设有锁紧螺栓67,在调节好位置后,可以使装置整体稳定在加载机构基座上。所述支撑杆62的上部设有机械角度表盘68,所述摆臂64上设有透射式光纤位移传感器69,用于通过所述机械角度表盘68上的计量孔测量出摆臂64的角度变化量,并得到撞击杆51获得的冲击能量的大小。其中,透射式光纤位移传感器69安装在摆臂64上,随摆臂64一起运动,机械角度表盘68上设置计量孔(间隔角度为 1°),实验过程中摆臂发生位移(角度)变化时,透射式光纤位移传感器69记录下变化过程中经过计量孔的数量,由此可以测量出摆臂位移(角度)变化量,并在控制器面板上显示、储存记录。透射式光纤位移传感器的原理:光纤采用Y型结构,两束光纤一端合并在一起组成光纤探头,另一端分为两支,分别作为光源光纤和接收光纤。光由光源光纤传输,再被反射到接收光纤,最后由光电转换器接收。光源光纤、接收光纤固定在摆臂,分别安装在计量孔的内外两侧,只有当光源光纤、接收光纤、

计量孔三者共线时才能够接收到光信号。实验过程中当摆臂运动时,透射式光纤传感器69接收到的光信号会交替出现,通过透射式光纤位移传感器69记录实验过程中摆臂通过的位移(角度)。

[0053] 由于摆锤式冲击试验装置不仅要记录摆锤初始位置 α ,首次冲击后回弹角度 β 也是重要参数,靠人工通过机械式角度盘读数误差较大,因此设置光纤传感器,而且传感器的信号可以传输到控制器电脑上,便于储存和计算。撞击杆获得摆锤的冲击能量大小的计算公式:设摆锤质量较大,为 M ,摆臂质量较小,忽略不计,摆锤初始下落位置时,摆臂与水平方向夹角为 α ,与撞击杆撞击后,摆锤回弹至最高位置时摆臂与水平方向夹角 β ,摆臂长度 L ,则摆锤传递出得冲击能量 $J=MgL(\sin\beta-\sin\alpha)$ 。

[0054] 为保证瓦斯流动时不向煤样以外泄漏,将煤样Y方向两个面(前面和后面)先涂上硅胶并用“十字”型热缩管70进行包裹,由于X轴方向两个面(左面和右面)需要由瓦斯流入和流出,Z轴方向两个面(顶面和底面)需要和超声检测仪的平面换能器耦合,因此不能涂硅胶和包裹,所以设计了如图8所示的“十字”型热缩管70,可实现上述功能。

[0055] 本发明还公开一种利用煤岩模拟试验用真三轴压力室的试验方法,包括如下步骤:

[0056] 步骤1,准备煤岩试件20:试件为100mm*100mm*100mm的原煤(岩)立方体(可根据需要等比例放大整个设备从而对200mm*200mm*200mm试件进行试验)。

[0057] 步骤2,放置压力室基座10:将压力室基座10放置在微机电液伺服压力机上,压力机下压盘上设置有与基座凹槽契合的凸起圆盘,因此不用螺栓安装,下压盘的凸起圆盘对准压力室基座10的凹槽即可。

[0058] 步骤3,试件安装:压力室基座10上部中心位置安装有用于固定位于下方的Z向加载柱30的固定盘座11,将位于下方的Z向加载柱安装固定在压力室基座上部中心位置的固定盘座上11,之后将煤岩试件安装到位于下方的Z向加载柱的定位盘33预留的方形凹槽内。

[0059] 步骤4,吊装中部压力室:利用吊装设备,将压力室中部承压外壳21(带有X、Y轴方向四个加载柱,加载柱回缩,避免碰到试件),采用对角方式上紧螺栓,使压力室基座10的底部密封法兰盘12和压力室中部承压外壳21的中下部密封法兰盘211连接紧密,避免漏气。

[0060] 步骤5,安装加载柱:将位于上方的Z向加载柱放置在试件上,在试件Y轴方向两个面上均匀涂抹一层约1mm厚的硅胶,套上“十字”型热缩管70,将两个X向加载柱推进,紧紧压住煤岩试件,用热风机均匀吹“十字”型热缩管,使其紧缩,箍紧煤岩试件,用双钢丝喉箍卡扣71扣紧“十字”型热缩管70,使其密封性良好,推进两个Y向加载柱50,使其紧紧压住煤岩试件。

[0061] 步骤6,安装稳定杆及稳定盘:分别安装四根稳定杆36和Z向加载柱的稳定盘35。

[0062] 步骤7,连接传感器:将压力室承压腔内部预设的各种传感器安装好,导线通过预留接线口27连接外部仪器设备。

[0063] 步骤8,吊装上部压力室:利用吊装设备,将压力室上部承压外壳23的上部法兰盘231和压力室中部承压外壳21的中上部法兰盘212对准安放,并拧紧螺栓。

[0064] 若进行静载真三轴试验,则压力室及试件的安装至此完成,将伺服加载系统分别对准Z向加载柱30、X向加载柱40和Y向加载柱50进行加载,即可以进行试验。若要进行动载试验,还需安装摆锤式冲击装置60。

[0065] 步骤9,安装摆锤式冲击装置:将移动式摆锤式冲击装置60推进至Y轴撞击杆加载柱一侧,使摆锤65摆至最低点时正好能水平冲击撞击杆51上(撞击杆上可以安装动载撞击力传感器以记录撞击力的大小),然后拧紧可移动底座61的锁紧螺栓67,之后按照试验设计的路径进行相关试验。需要说明的是,此时进行静力加载时,位于前方的Y向加载柱静力加载,加载时需要压力机一端的加载压头为中空式的,既可实现对位于前方的Y向加载柱的静力加载,又留出空间使撞击杆穿过进而实现动静联合加载。

[0066] 以上所述是本发明的优选实施方式而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,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变动,这些改进和变动也视为本发明的保护范围。

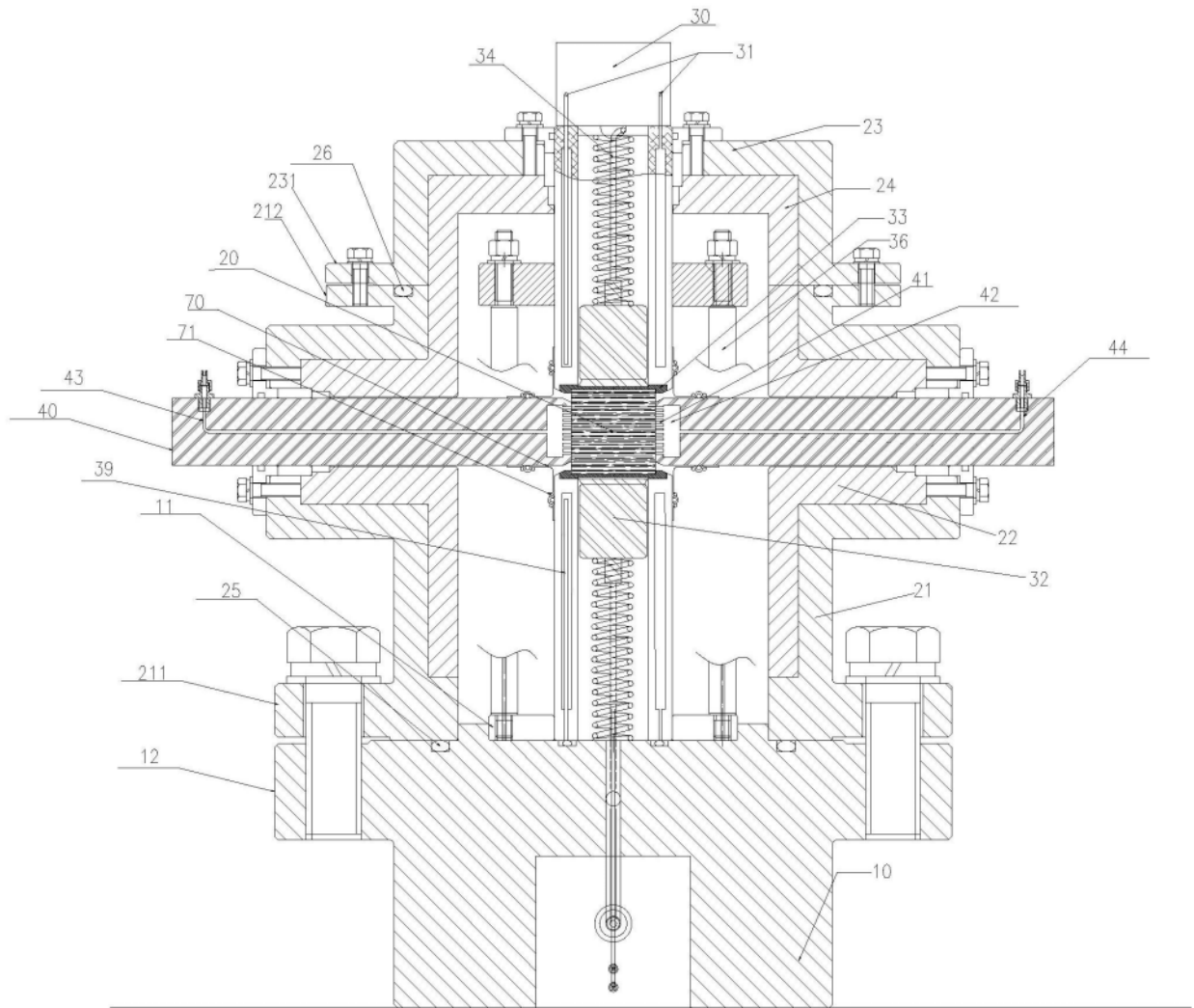


图1

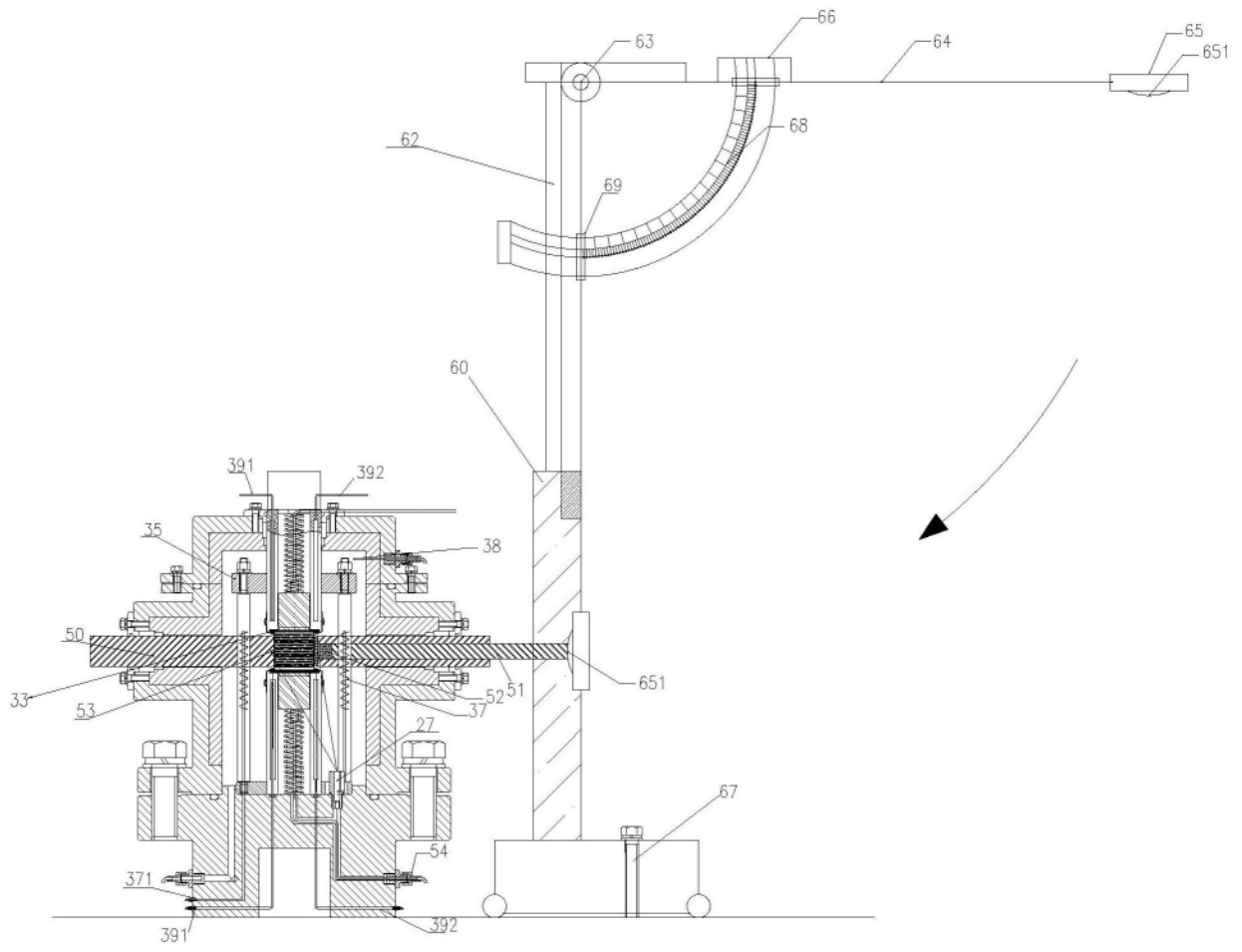


图2

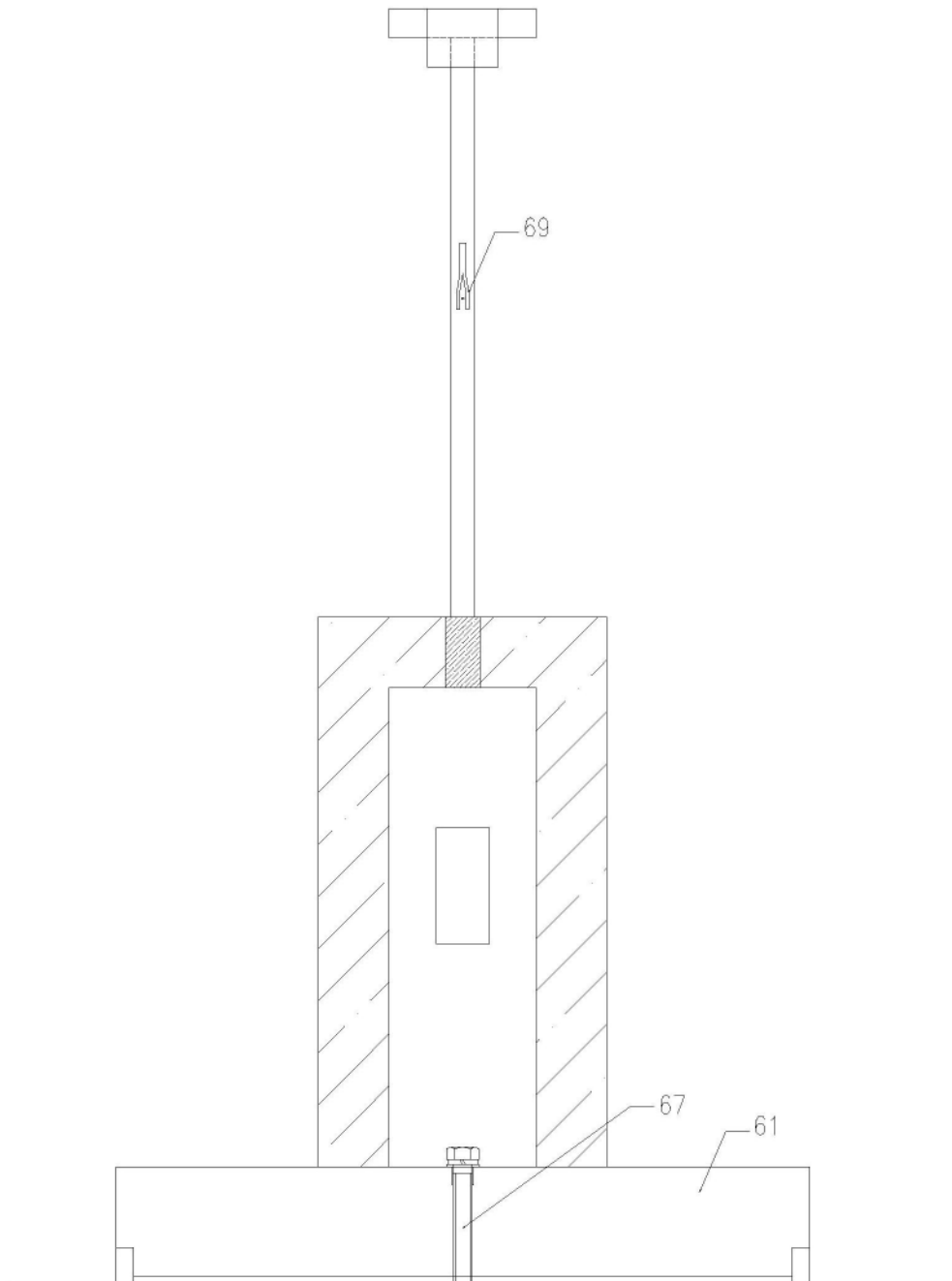


图3

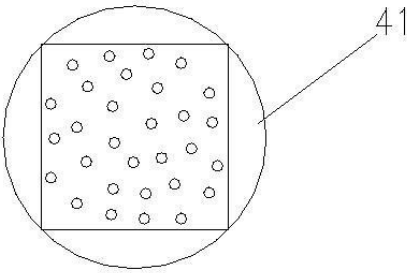


图4



图5

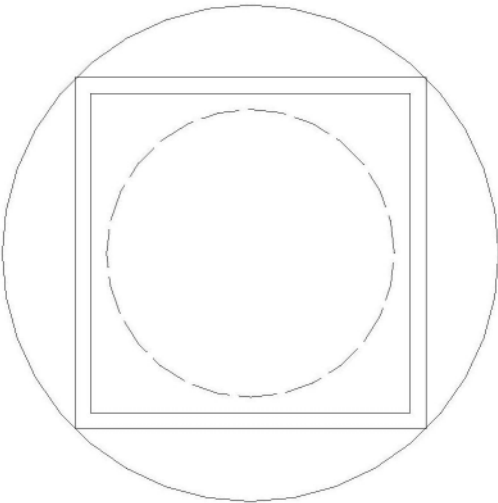


图6

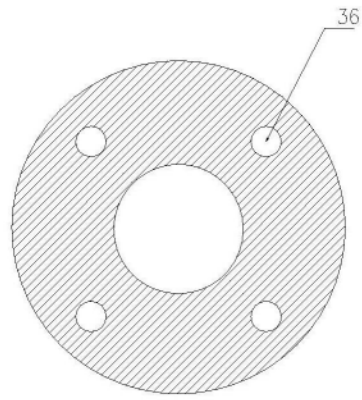


图7

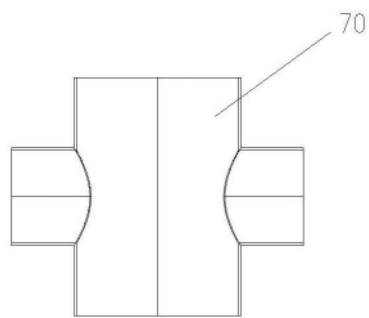


图8