



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101806792 B

(45) 授权公告日 2013. 06. 05

(21) 申请号 201010149061. 6

(22) 申请日 2010. 04. 15

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 李世海 范永波 谷雨雷 侯岳峰 孟达 王锦山

(74) 专利代理机构 北京中创阳光知识产权代理有限公司 11003

代理人 尹振启 马知非

(51) Int. Cl.

G01N 33/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2918739 Y, 2007. 07. 04, 说明书具体实施方式、图 1-2.

CN 101226183 A, 2008. 07. 23, 具体实施方式、图 1-4.

CN 101482027 A, 2009. 07. 15, 具体实施方式及附图.

CN 2236018 Y, 1996. 09. 25, 说明书第 2-5 页、图 1-2.

徐耀. 龙山矿防治煤与瓦斯突出试验研究. 《中州煤炭》. 2008, (第 4 期), 101-103.

审查员 范丽

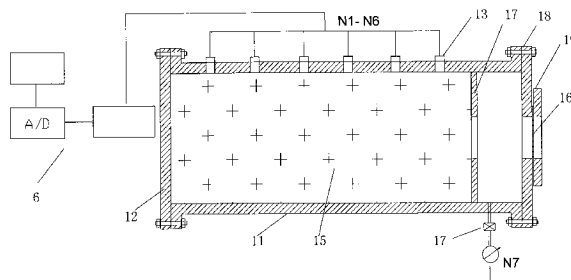
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

煤与瓦斯突出模拟试验装置及其防护装置

(57) 摘要

本发明公开了一种煤与瓦斯突出模拟试验装置,包括:钢筒,设置在钢筒两端的法兰盘,充气系统和数据采集系统;设置在钢筒一端的法兰盘为带有中心孔的法兰盘,并在该法兰盘与钢筒的非安装侧设置防爆片。本发明还涉及一种煤与瓦斯突出模拟试验装置的防护装置,所述防护装置主要包括一个承接法兰管件和卸压腔、以及防过载安全阀门、放气阀、耐震压力表;承接法兰管件一端与煤与瓦斯突出模拟试验装置连接,另一端通过法兰盘与卸压腔相连,卸压腔的末端设置有法兰盖;所述防护装置可在实验过程中的实时测量及安全泄压。



1. 一种煤与瓦斯突出模拟试验装置,包括:钢筒,设置在钢筒两端的法兰盖和法兰盘,充气系统和数据采集系统;其特征为,设置在钢筒一端的法兰盘为带有中心孔的法兰盘,并在该法兰盘与钢筒的非安装侧设置防爆片;所述法兰盘的与钢筒安装侧上还设置有卸荷盘,卸荷盘为环状板;卸荷盘通过拉杆与法兰盘相连;在法兰盘安装在钢筒上后,卸荷盘位于钢筒内,并紧压在设置在钢筒内的型煤的表面上,在试验过程中卸荷盘的主要作用为压实型煤表面;卸荷盘与法兰盘之间形成充气空腔;卸荷盘的中心孔为试验中的突出路径。

2. 根据权利要求1所述试验装置,其特征为,所述防爆片为带有突破结构的防爆片,所述突破结构为加工在防爆片中心的槽深为0.3mm-0.9mm不等的十字槽。

3. 根据权利要求1所述试验装置,其特征为,所述防爆片为平板或截面带有一定弧度的弯板。

4. 根据权利要求1所述试验装置,其特征为,所述卸荷盘的中心孔形状无特殊限制,中心孔大小根据试验要求而设定。

5. 根据权利要求4所述试验装置,其特征为,所述卸荷盘的中心孔形状为圆形。

6. 一种权利要求1所述煤与瓦斯突出模拟试验装置的防护装置,其特征为:所述防护装置主要包括一个承接法兰管件和卸压腔、以及防过载安全阀门、放气阀、耐震压力表;承接法兰管件一端与煤与瓦斯突出模拟试验装置连接,另一端通过法兰盘与卸压腔相连,卸压腔的末端设置有法兰盖;所述防护装置可在实验过程中的实时测量及安全泄压。

7. 根据权利要求6所述防护装置,其特征为,卸压腔内设置倒八字钢板,用以对高速突出煤体进行减速。

8. 根据权利要求6所述防护装置,其特征为,卸压腔的末端设置代替法兰盖的卸压沙箱,以保证防护装置的安全性。

9. 根据权利要求6所述防护装置,其特征为,所述卸压腔由若干个卸压腔管件通过法兰盘相互连接构成。

10. 根据权利要求6所述防护装置,其特征为,承接法兰管件与卸压腔管件之间、卸压腔管件之间为气密封的可拆卸连接。

## 煤与瓦斯突出模拟试验装置及其防护装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种煤与瓦斯突出装置及其防护试验装置,具体地说,涉及用于进行不同地应力、不同瓦斯压力下的煤与瓦斯突出模拟试验研究,同时研究在突出过程中声发射信号的传播规律及衰减特征的煤与瓦斯突出模拟试验装置。

### 背景技术

[0002] 在煤与瓦斯突出机理研究方面,仍以 1958 年苏联霍朵特博士提出的综合假说最具代表性,认为瓦斯突出是地应力、瓦斯和煤的物理力学性质三因素综合作用的结果。但截至目前为止,煤与瓦斯突出的机理仍未明确。苏联自 50 年代开始在实验室进行突出模拟试验。曾进行过单纯靠瓦斯压力来破碎和抛出煤的试验。试验表明只有在很大瓦斯压力梯度下(每一厘米瓦斯压力下降几个兆帕),煤才有可能被破碎和抛出。日本的研究人员自 60 年代初开始在实验室进行突出时瓦斯抛射煤粉的试验,后来发展为利用 CO<sub>2</sub> 的结晶冰、松香或水泥和煤粉混合等制成多孔介质,试验在介质孔隙瓦斯压力下引起多孔介质材料的破碎和抛出,最后发展为类似苏联的综合考虑地层应力和瓦斯压力的突出模拟试验。日本模拟的优点在于模型中有一段模拟围岩的水泥段,能进行“掘进”等作业;其缺点是用冰、水泥或松香等这些无瓦斯吸附能力的材料做模型,不论其物理化学性质或力学性质都与煤相差甚远。迄今为止,由于各种条件的限制,所做的突出模拟都不够完善,还称不上真正的“模拟”,只能看作是在一定条件下的“复制”。

[0003] 自 20 世纪 80 年代以来,我国在煤与瓦斯突出机理试验研究方面上取得了显著的成就。其中具有代表性试验平台简介如下。

[0004] 国内学者中国科学院力学研究所丁晓良(1989)开展煤与瓦斯突出实验,为考察突然暴露面处瓦斯压力卸载速率对煤体破坏的影响,在瓦斯非定常与定常渗流条件下进行实验,通过改变成型压力、钢筒内半径、气体种类来考察煤体强度、巷道几何尺寸、瓦斯吸附特性对煤体初次破坏的影响。认为在非定常渗流条件下,煤体破坏形式随初始瓦斯超压  $\Delta P_0$  的增加,击破密封膜后桶内煤体呈现不同的破坏状态;在定常渗流条件下,瓦斯超压达到某临界值,煤体发生初次破坏,破坏煤体呈定型破坏。

[0005] 煤炭科学研究总院抚顺分院的邓全封,栾永祥,王佑安等人(1989)选用突出煤层的煤样,不添加任何添加剂条件下压结成型模拟石门突然揭开煤层时的煤与瓦斯突出实验,考虑了影响突出的三个主要因素(地应力、瓦斯和煤强度),但由于煤型尺寸较小,并未在煤型中进行瓦斯压力、应力分布状况的实际测定,对煤的破碎和抛出过程未进行详细的论证。

[0006] 中国科学院力学研究所孟祥跃等人(1996)开发了既能改变地应力又能改变瓦斯压力的二维煤与瓦斯突出实验装置。

[0007] 重庆大学许江(2007)年研制了“大型煤与瓦斯突出模拟试验台”,该试验台可以进行大尺寸、不同倾角煤层在不同地应力和不同瓦斯压力条件下煤与瓦斯突出模拟试验,通过对突出煤样施加均布荷载和阶梯形荷载,可模拟工作面前方造成突出的局部应力集中

现象,进行了煤与瓦斯突出机制的探索。

[0008] 然而,上述煤与瓦斯突出装置虽在一定程度上促进了该类装置的发展,但均存在一定程度的局限或缺陷:

[0009] (1) 未能有效地捕捉突出前、突出过程、突出后容器腔内压力的分布变化规律,并实现图像实时输出;

[0010] (2) 装置的突出口打开方式均为手动,这在一定程度上威胁了实验人员的人身安全,并且与实际情况不符;

[0011] (3) 煤与瓦斯突出试验有一定的危险性,未能对突出过程进行有效的防护。

## 发明内容

[0012] 为了克服现有技术中实验装置的缺点,本发明公开了一种煤与瓦斯突出模拟试验装置,包括:钢筒,设置在钢筒两端的法兰盖和法兰盘,充气系统和数据采集系统;设置在钢筒一端的法兰盘为带有中心孔的法兰盘,并在该法兰盘与钢筒的非安装侧设置防爆片。

[0013] 进一步,所述防爆片为带有突破结构的防爆片,所述突破结构为加工在防爆片中心的槽深为 0.3mm-0.9mm 不等的十字槽。

[0014] 进一步,所述防爆片可为平板或截面带有一定弧度的弯板。

[0015] 进一步,所述法兰盘的与钢筒安装侧上还设置有卸荷盘,卸荷盘为环状板;卸荷盘通过拉杆与法兰盘相连;在法兰盘安装在钢筒上后,卸荷盘位于钢筒内,并紧压在设置在钢筒内的型煤的表面上,在试验过程中卸荷盘的主要作用为压实型煤表面;卸荷盘与法兰盘之间形成充气空腔。卸荷盘的中心孔为试验中的突出路径。

[0016] 进一步,所述卸荷盘的中心孔形状无特殊限制,优选的为圆形,中心孔大小可根据试验要求而设定。

[0017] 一种煤与瓦斯突出模拟试验装置的防护装置,所述防护装置主要包括一个承接法兰管件和卸压腔、以及防过载安全阀门、放气阀、耐震压力表;承接法兰管件一端与煤与瓦斯突出模拟试验装置连接,另一端通过法兰盘与卸压腔相连,卸压腔的末端设置有法兰盖;所述防护装置可在实验过程中的实时测量及安全泄压。

[0018] 进一步,卸压腔内还可设置倒八字钢板,用以对高速突出煤体进行减速。

[0019] 进一步,卸压腔的末端还可以设置卸压沙箱,以保证防护装置的安全性。

[0020] 进一步,所述卸压腔由若干个卸压腔管件通过法兰盘相互连接构成。

[0021] 进一步,承接法兰管件与卸压腔管件之间、卸压腔管件之间为气密封的可拆卸连接。

[0022] 本发明的优点为:

[0023] 1、避免了在采用手动打开突出口的实验中,由于速度慢而对突出能量的影响,更真实地模拟了现场突出。

[0024] 2、充气口不与煤体直接接触,而是通过过滤网实现“面充气”,而不是充气口直接对着煤体实行“点充气”,达到了使瓦斯压力尽量实现均匀分布,避免了采用“点充气”产生对煤体的扰动,保证了煤体的强度稳定性

[0025] 3、防护装置可消除高压气体卸载时的爆破噪音,使高速气流携带煤粉在保护装置方形筒内抛掷,减少粉尘飞扬,保护实验人员安全和实验室环境卫生。

[0026] 上面已经描述了本发明的一个实施例,只为了对本发明进行说明。应当理解只要不背离本发明的精神和范围,本领域技术人员还可对其有许多修正。因此其它实施例也包含在后面的权利要求书的范围内

### 附图说明

[0027] 图 1 为瓦斯突出装置示意图。

[0028] 图 2 为瓦斯突出装置结构图。

[0029] 图 3 为突出防护装置结构图。

[0030] 图 4A 为倒八字钢板结构侧视图。

[0031] 图 4B 为倒八字钢板结构端视图。

### 具体实施方式

[0032] 实验装置由煤与瓦斯突出模拟试验装置及其防护装置构成,并配合以高吨位压力机等型煤压制仪器。采用了高吨位压力机,将一定含水率的煤粉压制成具有一定密度和强度的型煤。

[0033] 如图 1、2 中所示,煤与瓦斯突出试验装置主要包括底部密封法兰盖 12、钢筒 11、连接有环型板 17 的法兰盘 18、防爆片(铝箔)16、防爆片 16 的压实密封法兰 19;钢筒 11 的侧壁上设置有压力传感器 13 的安装孔 N1-N6、进气孔 N7。

[0034] 煤与瓦斯突出模拟试验装置中的各组成部分功能如下:钢筒:作为将瓦斯突出煤体在压力机上压制成型煤的容器,并通过钢筒的侧壁上设置的充气孔向其内部充高压气体;法兰盖:设置在钢筒的端部,对钢筒进行密封,防止瓦斯突出煤体和高压气体外泄;防爆片:通过在法兰盘 8 外侧设置不同直径的防爆片,实现模拟卸荷孔,瞬间爆破实现煤体内部高压气体瞬间卸载;充气系统:提供高压气源;减压阀:用以调节并稳定充气压力至充气饱和;数据采集系统:通过与气体压力传感器连接,实时采集容器腔内部气体压力变化。

[0035] 钢筒 11 的一端设置法兰盖 12,该法兰盘与钢筒 11 为可拆卸连接,连接方式可为螺栓连接或其他常用的可拆卸连接方式。在钢筒 11 上沿轴向均匀分布 6 个传感器 13 安装孔 N1-N6,其内部设置细螺纹以便于传感器的安装。钢筒 11 上还设置有进气体孔 N7,用于向钢筒内通试验气体,例如氮气或二氧化碳气;该进气孔为贯穿钢筒 11 筒壁的通孔,进气孔内设置连接气源接管的螺纹。钢筒 11 另一端为突出口,该处设置有法兰盘 18,法兰盘 18 上带有中心孔,法兰盘 18 与钢筒之间通过双头螺栓或其他可拆卸连接方式连接,法兰盘 18 与钢筒 11 的连接处设置密封件,以实现气密封。在法兰盘 18 的与钢筒 11 安装侧上还设置有环形板 17,环形板 17 通过拉杆 14 与法兰盘 18 相连。在法兰盘 18 安装在钢筒 11 上后,环形板 17 位于钢筒内,并紧压在型煤 15 的表面上,在试验过程中环形钢板 17 的主要作用为压实型煤表面。环形板 17 与法兰盘 18 之间形成充气空腔 10。环形板 17 的中心孔为试验中的突出路径,中心孔形状无特殊限制,优选的为圆形,中心孔大小可根据试验要求而设定。在法兰盘 18 的非安装侧依次设置有防爆片 16 和用于压实防爆片 16 的顶部法兰盘 19,顶部法兰盘 19 通过螺栓与法兰盘 18 连接,防爆片 16 采用铝板加工制成,防爆片上设置有突破结构,突破结构可为加工在防爆片中心的槽深为 0.3mm-0.9mm 不等的十字槽。防爆片可为平板或如图 1 中所示的为截面带有一定弧度的弯板。整个试验装置设计压力 9.4MPa,

最高工作压力 9.3MPa,设计工作温度 35 摄氏度,全容积 0.07m<sup>3</sup>。实验装置中各可拆卸连接处使用的螺栓等连接件的数量及其型号应根据具体试验需求设定,以保证试验装置的安全性。

[0036] 实验装置中的数据采集系统 6 的硬件部分为 INV3020A24 位高精度数据采集仪和 3023A4 三向加速度传感器。软件部分为 DASP-V10 工程版平台软件。

[0037] 如图 3、4A、4B 中所示,煤与瓦斯突出试验防护装置主要包括承接法兰管件 21、卸压腔、以及防过载安全阀门 27、放气阀 28、耐震压力表 29。承接法兰管件 22 一端与煤与瓦斯突出模拟试验装置连接,另一端通过承接法兰盘 20 与卸压腔相连,卸压腔的末端设置有法兰盖 26。卸压腔由若干个通过法兰盘 21 可拆卸连接在一起的卸压腔管件 24 构成。卸压腔管件 24 的数量可由实验所需的防护装置的总长度来确定。承接法兰管件 22 与卸压腔之间,卸压腔管件 24 之间均为气密封连接。卸压腔管件 24 还与相关测量仪表相连,可实现在实验过程中的实时测量及安全泄压。卸压腔管件 24 内还可焊接倒八字钢板结构 30,用以对高速突出煤体进行减速;卸压腔的末端还可以设置替代法兰盖的卸压沙箱,以保证防护装置的安全性。优选的,防护装置中各法兰盘均通过螺栓连接来实现可拆卸的相互连接,各个连接处使用螺栓数量以及螺栓型号均应根据实际试验情况计算得出,以保证在试验过程中突出防护装置的抗压强度。并且各法兰盘连接处均设置有材质为环氧树脂的密封垫片,以保证防护装置实现气密封。

[0038] 本申请优选煤与瓦斯突出模拟试验装置及其防护装置的各项性能及结构参数如下:煤与瓦斯突出试验装置的总长度为 1162mm,钢筒 11 内径为 325mm,钢筒 11 壁厚为 16mm,法兰盖 12 和法兰盘 18 的直径均为 560mm,传感器安装孔的孔径为 10mm;环形板中心孔钢筒和环形板的材料为:20G、16MnR 或 16Mn。防爆片(铝箔)14 采用 2mm 厚铝板加工制成,中心刻有槽深 0.3mm-0.9mm 不等的十字槽,铝箔直径 130mm。传感器 13 安装孔 N1-N6,直径为 10mm;进气孔 N7 的孔径为  $\Phi 12\text{mm}$ ,

[0039] 防护装置的总长度为 4900mm,承接法兰管件 19 为  $\Phi 108*4$  无缝钢管,长度为 400mm,两端采用焊接方式与法兰盘 18 和压力腔承接法兰盘 20 连接,承接法兰盘 20 参数为:直径 275mm,厚度为 35mm,该法兰盘上有 8 个螺栓孔,相应的螺栓参数为 M22\*3,与卸压腔管件连接法兰盘 21 参数为:直径 375mm,厚度为 33mm,该法兰盘上有 12 个螺栓孔,相应的螺栓参数为 M27\*3;卸压腔管件 24 为  $\Phi 219*6$  无缝钢管,分为三节,每节长度为 1500mm,每节两端均采用对焊方式焊接法兰盘 21,各个承接法兰盘参数与卸压腔管件法兰盘参数一致;相关仪器仪表为耐震压力表 29,压力表与最后一节卸压腔管件连接,连接处为管件壁,压力表参数为量程 6MPa,精度为 0.1MPa;最后一节卸压腔管件壁上还连接有卸压腔放气阀门 28,主要用于实验结束时排净残余压力时使用,防护装置中的一个卸压腔的侧壁还配有压力腔防过载阀门 27,过载阀门 27 的承压极限为 1

[0040] MPa,主要目的为防止实验过程中的突发压力过大事件发生,从而造成装置损坏或人员伤亡。

[0041] 煤与瓦斯突出模拟试验装置的实验原理为:通过高吨位压力机向瓦斯突出煤体施加轴向压力,达到煤体赋存的地应力状态,通过充气系统向钢筒内充高压气体并持时 24-48 小时,可模拟因采动影响造成的采煤工作面附近应力集中,通过继续充气,高速打开突出口,突破密封铝膜,使其突然泄压,避免了采用手动打开突出口由于速度慢而对突出能量的

影响,更真实地模拟了现场突出。该模拟试验装置通过沿突出装置轴向设置的压力传感器捕捉突出前(充气阶段)、突出阶段、突出后全程的腔内气压变化规律。

[0042] 防护装置的工作原理为:第一,在突出的瞬间将压力容器腔内气体体积进行空间转化,从而来降低整个试验系统的气体压力( $P_1V_1 = P_2V_2$ );第二,通过整个防护装置的长距离来容纳突出的煤体;第三,突出的煤体再与整个防护装置的端部撞击时,通过各个法兰盘的铰接螺栓的承力以及顶部沙箱(规则箱体盛装沙土)的自重将突出释放的能量全部吸收。

[0043] 具体试验步骤:

[0044] 1、制作型煤,通过三轴试验机测定型煤物理力学基本参数;

[0045] 2、分次压制型煤至设定压力,尽量保证型煤的均匀性,将压力腔直立,把型煤放置于图1所示压力容器腔内,通过数控压力机压制,分5次均匀压制,每次压制100mm;

[0046] 3、将环板7通过拉杆14与法兰盘8连接,并将其法兰盘8整体压盖于压力容器腔上,使用螺栓将其与筒体1连接;

[0047] 4、将防爆片放置于法兰盘8上部,用双头螺柱将法兰盘9压固于防爆片上,法兰盘8与法兰盘9连接处用橡胶圈密封;

[0048] 5、把安装好的装置平放于地面,将6个压力传感器安装于管接头6N1-N6处,并将传感器数据线引出,并与数据采集仪相应端口连接;取出丝堵,将气源管安装于N7进气孔处;

[0049] 6、安装固定保护装置,将承接法兰管件22通过法兰盘23与法兰盘19连接,连接处采用双头螺柱以及紧固螺母。依次将其余个卸压腔管件相连接,直至管件末端法兰盖,连接时加装垫片26,以保证防护装置的气密封性。

[0050] 7、安装防过载阀门27,放气阀28,耐震压力表29于防护装置管件上,每个都安装么;

[0051] 8、检查密封性达到良好;

[0052] 9、打开充气阀门充气,让气源通过N7进气孔,进入实验装置空腔内。直至设定压力并维持24-48小时,使气体充分饱和;

[0053] 10、充气饱和后,将传感器数据线与采集仪器连接,调试数据采集系统到工作状态;

[0054] 11、加大气源压力,打破密封膜,模拟煤与瓦斯突出过程;

[0055] 12、通过放气阀门28将残存气体排净,拆卸防护装置;

[0056] 13、拆卸法兰盘19与法兰盘18将松散煤粉取出,将容器腔直立,清理实验现场,制作突出空腔石膏模型;

[0057] 14、制作突出记录卡片,详细记录实验数据及实验现象;

[0058] 15、整理分析实验数据。

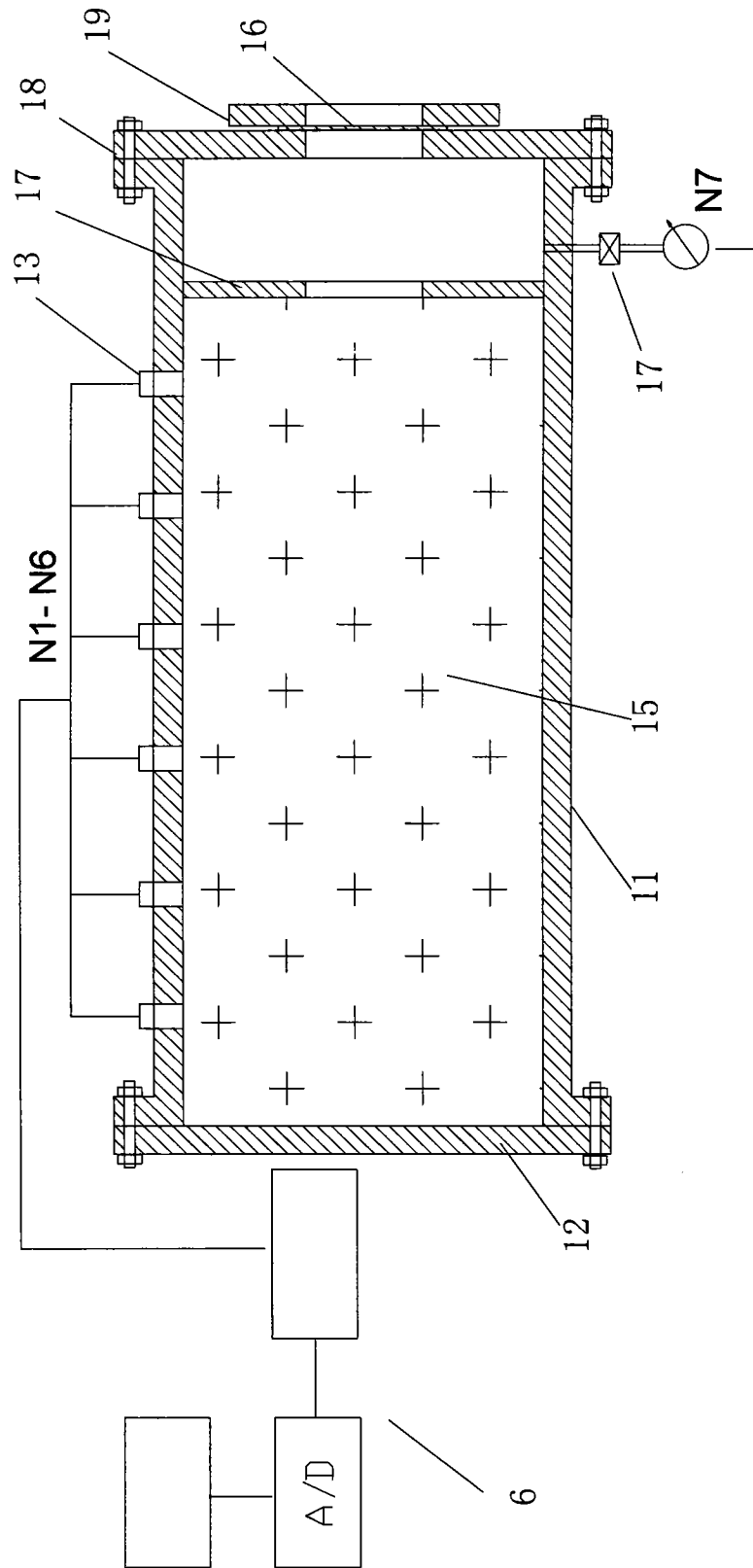


图 1



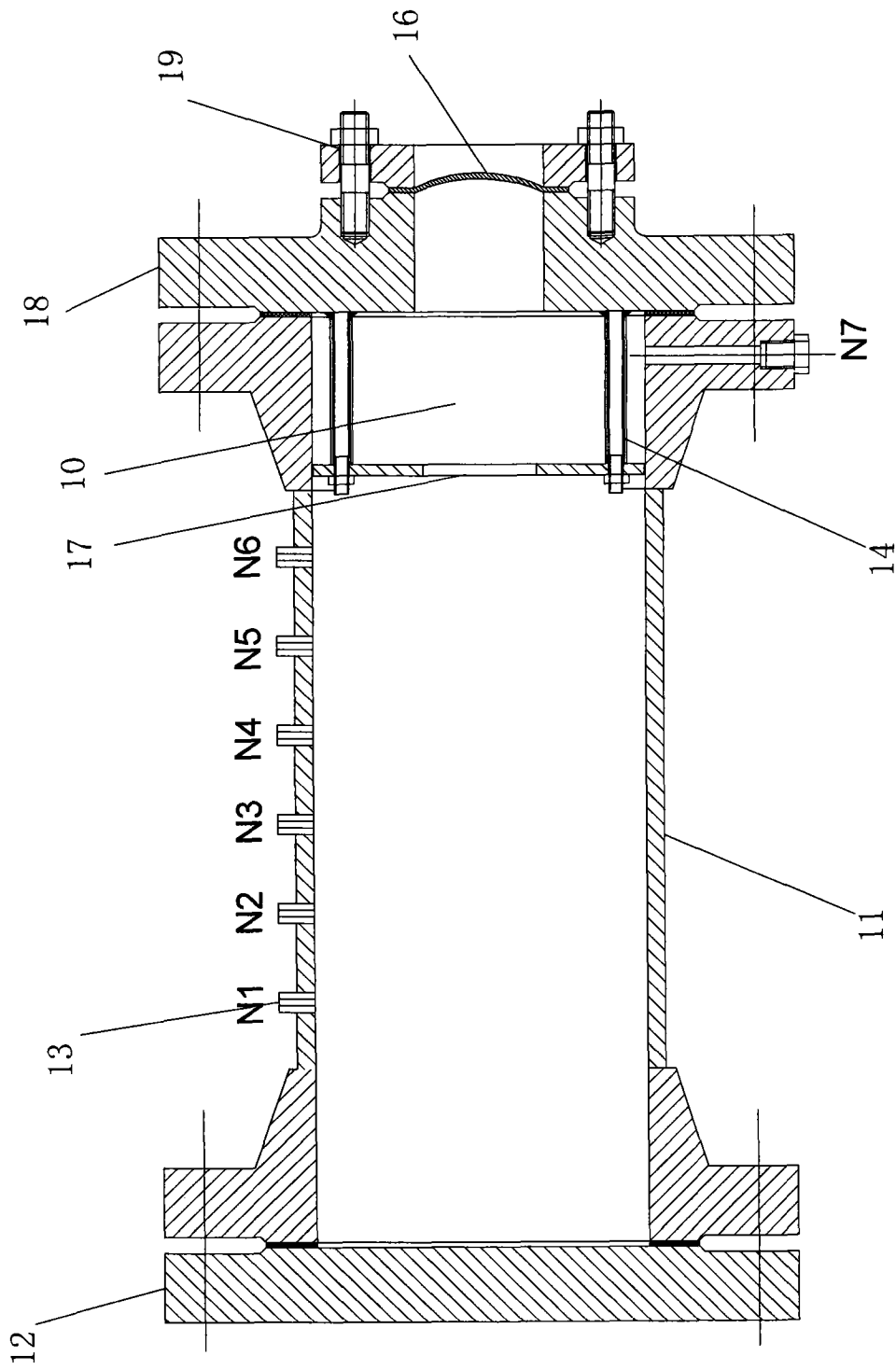


图 2

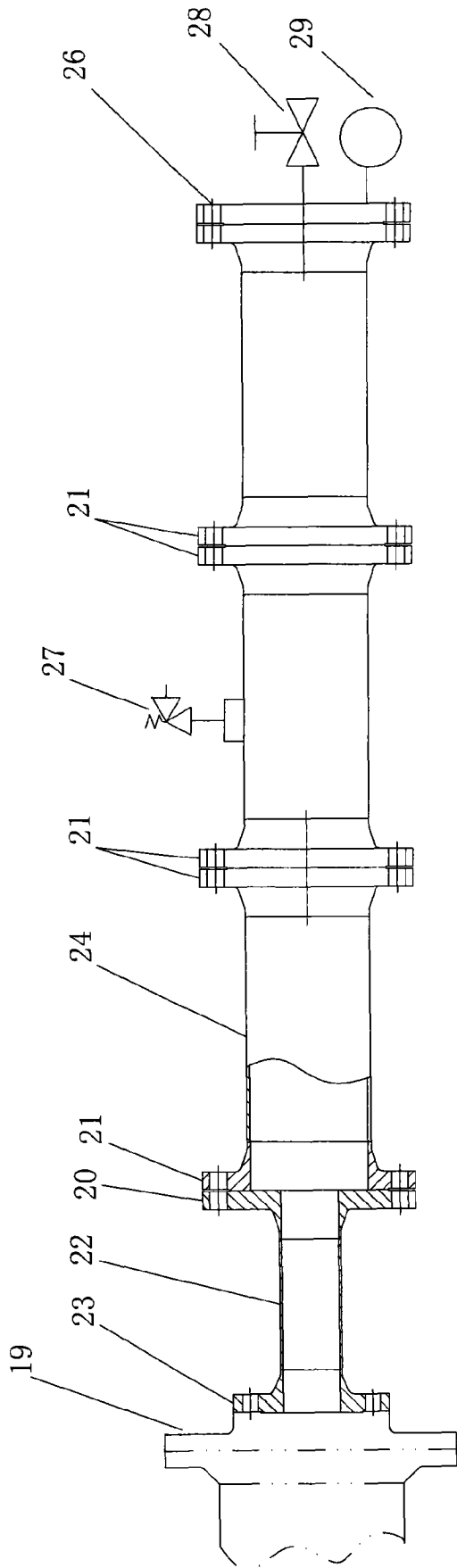


图 3

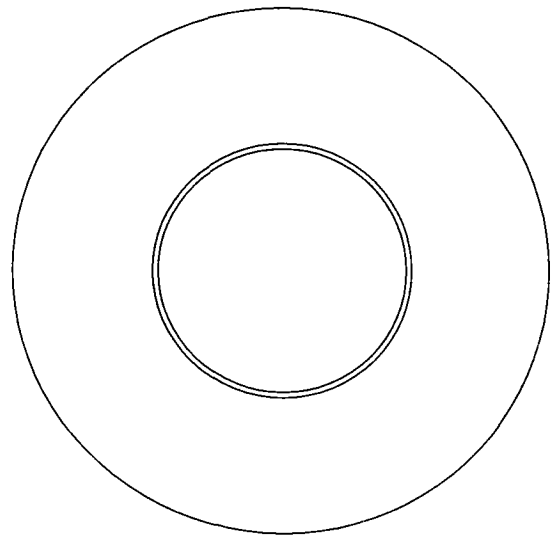


图 4A

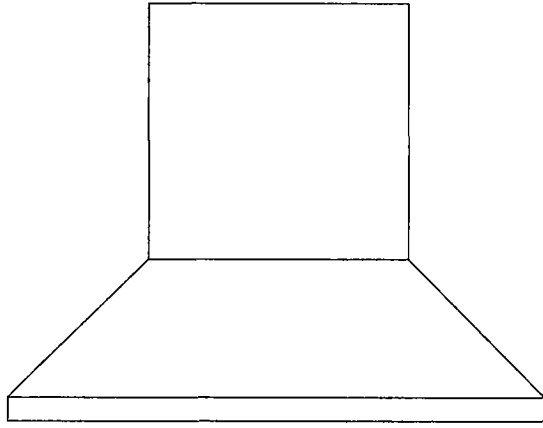


图 4B