



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103234891 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201310142817. 8

(22) 申请日 2013. 04. 22

(73) 专利权人 辽宁工程技术大学
地址 123000 辽宁省阜新市中华路 47 号

(72) 发明人 赵宝友 李刚 张立新 贾廷贵

(74) 专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限公司 21109

代理人 梁焱

(51) Int. Cl.

G01N 15/08 (2006. 01)

审查员 唐颖

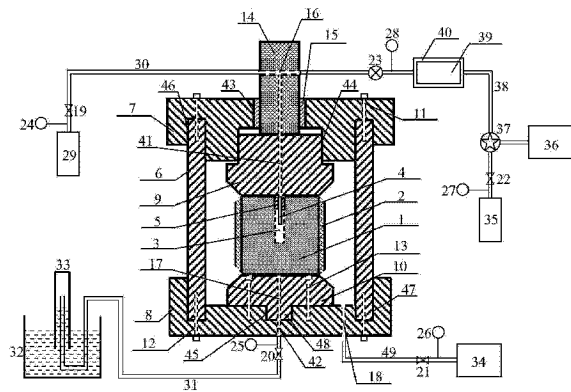
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法

(57) 摘要

一种低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法,属于低渗透本煤层强化增透技术领域。一种低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法,该实验方法采用低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置,包括如下步骤:(1) 安装监测元件;(2) 测定增透前的煤体渗透率;(3) 开启高压气体冲击系统循环冲击煤块;(4) 测定增透后的煤体渗透率;所述低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置,包括煤体试样、爆破气缸机构、三轴加载系统、高压气体冲击系统及煤体渗透率测定系统。



1. 一种低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法,其特征在于该实验方法采用低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置,包括如下步骤:

步骤一:安装监测元件

将煤体试样的上、下端磨平整光滑后,在端面上安装监测元件,监测元件为若干组环向分段导电线圈或若干组应变片,每组环向分段导电线圈由若干个独立且互不接触的弧形导电线圈组成,各组环向分段导电线圈之间、各组应变片之间以及环向分段导电线圈与应变片之间均留有间隙;环向分段导电线圈与电信号监测设备相连接,应变片与动态应变仪相连接;所述各组环向分段导电线圈为不同半径,并以煤体试样上、下两端面中心为圆心,所述应变片设置在相邻的环向分段导电线圈形成的区域内,应变片由沿圆周切向方向设置的切向应变片和沿圆周径向方向设置的径向应变片组成,一个切向应变片和一个径向应变片组成一个应变片组,应变片组在圆周区域内均匀分布,应变片组在径向上排成直线,圆周区域内相邻的应变片组间隔 $30 \sim 60^\circ$;

步骤二:测定增透前的煤体渗透率

将煤体试样的四周侧壁密封,再将密封好的煤体试样放入爆破气缸机构内的上、下压头之间使其夹紧固定,将煤体试样上端面以下的爆破气缸机构内部空间用填充物密实,然后将爆破气缸机构密封,打开第一、第二手控阀向煤体试样的爆破孔内注入甲烷气体,通过观察第一、第二数字压力表记录进、出气缸筒的气体压力,采用排水集气法测定排出的甲烷气体体积,计算出增透前的煤体渗透率;

步骤三:开启高压气体冲击系统循环冲击煤块

取出爆破气缸机构内的填充物,再次将爆破气缸机构密封,关闭第一、第二手控阀,打开第三手控阀,启动三轴加载系统,同步对煤体试样进行三轴加载至预先设定值,打开第四手控阀,启动空压机;将气体气源瓶内的气体加压并输送至高压储气罐内,当高压储气罐内的气体压力达到预先设定值时,力电感应电控阀自动打开,高压储气罐内的高压气体经输气管通过气爆枪在煤块的爆破孔内瞬间释放冲击煤块,空压机继续压缩气体,当高压储气罐内的气体压力再次达到预先设定值后,再次释放并冲击煤块,如此循环往复冲击煤块,直至煤块致裂增透的裂纹扩展到预设值时关闭空压机和第四手控阀;

步骤四:测定增透后的煤体渗透率

通过三轴加载系统卸除煤体试样的三轴压力后,关闭第三手控阀,采用与增透前相同的方法计算出增透后的煤体渗透率,实验完成;

所述低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置,包括煤体试样、爆破气缸机构、三轴加载系统、高压气体冲击系统及煤体渗透率测定系统;

所述煤体试样由煤块和保护层组成,所述保护层设置在煤块四周的侧壁上;

所述爆破气缸机构由上、下气缸盖、气缸筒及上、下压头组成,气缸筒竖直设置,在气缸筒的底部设置下气缸盖,在气缸筒的顶部设置上气缸盖,所述上、下气缸盖与气缸筒形成密封空间;在上气缸盖的中部设置有轴压加载通孔,在上气缸盖的底部中央处设置上盖凹槽,所述上压头的顶部设置在上盖凹槽内,在上压头竖直方向上的中部设置上压头贯通孔;在下气缸盖的顶部中央处设置下盖凹槽,所述下压头的底部设置有凸起,且下压头的凸起设置在下盖凹槽内;在下压头和下气缸盖竖直方向上的中部分别设置下压头贯通孔和下气缸盖贯通孔,且下压头贯通孔和下气缸盖贯通孔相连通;在所述上、下压头之间

设置有煤体试样,在煤体试样的煤块上设置有竖直的爆破孔,所述爆破孔与上压头贯通孔相连通;

所述三轴加载系统由轴压加载系统和围压加载系统组成,所述轴压加载系统设置在上压头的上部,所述轴压加载系统的上部通过爆破气缸机构中上气缸盖的轴压加载通孔设置在爆破气缸机构的外部;在轴压加载系统内设置有三通孔,三通孔由第一、第二、第三通孔组成,所述第一、第二、第三通孔相连通,其中的第一通孔与爆破气缸机构中上压头的上压头贯通孔相连通;所述围压加载系统设置在爆破气缸机构的外部,围压加载系统通过围压连接管与爆破气缸机构内部空间相连通,在围压连接管上设置有第三手控阀,在第三手控阀与围压加载系统之间、靠近围压加载系统的围压连接管上设置有第三数字压力表;

所述高压气体冲击系统由设置在爆破气缸机构内部的气爆枪和设置在爆破气缸机构外部的力电感应电控阀、高压储气罐、多通阀、空压机及气体气源瓶组成;所述气爆枪的枪头设置在煤体试样的爆破孔中,在爆破孔的入口处、气爆枪与爆破孔之间填充有封孔粘结剂密封;气爆枪尾部与设置在上压头贯通孔内的输气管的一端相连通,所述输气管的另一端通过上压头贯通孔设置在三通孔的第一通孔内,三通孔的第二通孔与力电感应电控阀的一端通过输气管相连通,所述力电感应电控阀的另一端与高压储气罐的一端通过输气管相连通,所述高压储气罐的另一端与多通阀的一个端口通过输气管相连通;所述多通阀的另两个端口分别与空压机、气体气源瓶通过输气管相连通;在力电感应电控阀与高压储气罐之间、靠近高压储气罐的输气管上设置有第五数字压力表,在多通阀与气体气源瓶之间的输气管上设置有第四手控阀,在第四手控阀与气体气源瓶之间、靠近气体气源瓶的输气管上设置有第四数字压力表;

所述煤体渗透率测定系统由设置在爆破气缸机构外部的甲烷气瓶、水槽及量筒组成;所述甲烷气瓶与轴压加载系统内三通孔的第三通孔之间通过甲烷输气管相连通,在甲烷输气管上设置有第一手控阀,在第一手控阀与甲烷气瓶之间、靠近甲烷气瓶的甲烷输气管上设置有第一数字压力表;在所述水槽内倒置设置有量筒,甲烷导气管的一端与下气缸盖贯通孔相连通,另一端设置在量筒内;在甲烷导气管上设置有第二手控阀,在第二手控阀与下气缸盖贯通孔之间、靠近下气缸盖贯通孔的甲烷导气管上设置有第二数字压力表。

2. 根据权利要求 1 所述的低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法,其特征在于所述圆周区域内相邻的应变片组间隔 45° 。

低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法

技术领域

[0001] 本发明属于低渗透本煤层强化增透技术领域,特别是涉及一种低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法。

背景技术

[0002] 我国低渗透本煤层增透技术主要包括:以交叉钻孔为代表的常规卸压增透技术,以深孔爆破和水力压裂为代表的强化卸压增透技术。常规卸压增透技术的缺点是钻孔工程量大,抽采时间长,抽采瓦斯量少,增透效果不显著;强化卸压增透技术的缺点是深孔爆破产生的火花具有引起瓦斯爆炸的潜在危险,且不能重复装药爆破,炸药的大部分爆能基本消耗在炮孔周围的粉碎区内,使得该技术的增透范围有限。水力压裂生成的裂纹长度尽管能达到数十米,但有的煤体遇水会表现出显著的水敏感性,使注入煤体内的高压水不仅不易排出,堵塞了裂纹通道,还造成了煤体的高应力集中,而且煤体裂纹的扩展具有显著的地应力敏感性,使得煤体的实际增透效果不理想。

发明内容

[0003] 针对现有技术存在的问题,本发明提供一种低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法,该方法操作简单、增透效果显著。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:一种低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法,该实验方法采用低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置,包括如下步骤:

[0005] 步骤一:安装监测元件

[0006] 将煤体试样的上、下端面打磨平整光滑后,在端面上安装监测元件,监测元件为若干组环向分段导电线圈或若干组应变片,每组环向分段导电线圈由若干个独立且互不接触的弧形导电线圈组成,各组环向分段导电线圈之间、各组应变片之间以及环向分段导电线圈与应变片之间均留有间隙;环向分段导电线圈与电信号监测设备相连接,应变片与动态应变仪相连接;

[0007] 步骤二:测定增透前的煤体渗透率

[0008] 将煤体试样的四周侧壁密封,再将密封好的煤体试样放入爆破气缸机构内的上、下压头之间使其夹紧固定,将煤体试样上端面以下的爆破气缸机构内部空间用填充物密实,然后将爆破气缸机构密封,打开第一、第二手控阀向煤体试样的爆破孔内注入甲烷气体,通过观察第一、第二数字压力表记录进、出气缸筒的气体压力,采用排水集气法测定排出的甲烷气体体积,计算出增透前的煤体渗透率;

[0009] 步骤三:开启高压气体冲击系统循环冲击煤块

[0010] 取出爆破气缸机构内的填充物,再次将爆破气缸机构密封,关闭第一、第二手控阀,打开第三手控阀,启动三轴加载系统,同步对煤体试样进行三轴加载至预先设定值,打开第四手控阀,启动空压机;将气体气源瓶内的气体加压并输送至高压储气罐内,当高压储

气罐内的气体压力达到预先设定值时,力电感应电控阀自动打开,高压储气罐内的高压气体经输气管通过气爆枪在煤块的爆破孔内瞬间释放冲击煤块,空压机继续压缩气体,当高压储气罐内的气体压力再次达到预先设定值后,再次释放并冲击煤块,如此循环往复冲击煤块,直至煤块致裂增透的裂纹扩展到预设值时关闭空压机和第四手控阀;

[0011] 步骤四:测定增透后的煤体渗透率

[0012] 通过三轴加载系统卸除煤体试样的三轴压力后,关闭第三手控阀,采用与增透前相同的方法计算出增透后的煤体渗透率,实验完成;

[0013] 所述低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置,包括煤体试样、爆破气缸机构、三轴加载系统、高压气体冲击系统及煤体渗透率测定系统;

[0014] 所述煤体试样由煤块和保护层组成,所述保护层设置在煤块四周的侧壁上;

[0015] 所述爆破气缸机构由上、下气缸盖、气缸筒及上、下压头组成,气缸筒竖直设置,在气缸筒的底部设置下气缸盖,在气缸筒的顶部设置上气缸盖,所述上、下气缸盖与气缸筒形成密封空间;在上气缸盖的中部设置轴压加载通孔,在上气缸盖的底部中央处设置上盖凹槽,所述上压头的顶部设置在上盖凹槽内,在上压头竖直方向上的中部设置上压头贯通孔;在下气缸盖的顶部中央处设置下盖凹槽,所述下压头的底部设置有凸起,且下压头的凸起设置在下盖凹槽内;在下压头和下气缸盖竖直方向上的中部分别设置下压头贯通孔和下气缸盖贯通孔,且下压头贯通孔和下气缸盖贯通孔相连通;在所述上、下压头之间设置有煤体试样,在煤体试样的煤块上设置有竖直的爆破孔,所述爆破孔与上压头贯通孔相连通;

[0016] 所述三轴加载系统由轴压加载系统和围压加载系统组成,所述轴压加载系统设置在上压头的上部,所述轴压加载系统的上部通过爆破气缸机构中上气缸盖的轴压加载通孔设置在爆破气缸机构的外部;在轴压加载系统内设置三通孔,三通孔由第一、第二、第三通孔组成,所述第一、第二、第三通孔相连通,其中的第一通孔与爆破气缸机构中上压头的上压头贯通孔相连通;所述围压加载系统设置在爆破气缸机构的外部,围压加载系统通过围压连接管与爆破气缸机构内部空间相连通,在围压连接管上设置第三手控阀,在第三手控阀与围压加载系统之间、靠近围压加载系统的围压连接管上设置第三数字压力表;

[0017] 所述高压气体冲击系统由设置在爆破气缸机构内部的气爆枪和设置在爆破气缸机构外部的力电感应电控阀、高压储气罐、多通阀、空压机及气体气源瓶组成;所述气爆枪的枪头设置在煤体试样的爆破孔中,在爆破孔的入口处、气爆枪与爆破孔之间填充有封孔粘结剂密封;气爆枪尾部与设置在上压头贯通孔内的输气管的一端相连通,所述输气管的另一端通过上压头贯通孔设置在三通孔的第一通孔内,三通孔的第二通孔与力电感应电控阀的一端通过输气管相连通,所述力电感应电控阀的另一端与高压储气罐的一端通过输气管相连通,所述高压储气罐的另一端与多通阀的一个端口通过输气管相连通;所述多通阀的另两个端口分别与空压机、气体气源瓶通过输气管相连通;在力电感应电控阀与高压储气罐之间、靠近高压储气罐的输气管上设置第五数字压力表,在多通阀与气体气源瓶之间的输气管上设置第四手控阀,在第四手控阀与气体气源瓶之间、靠近气体气源瓶的输气管上设置第四数字压力表;

[0018] 所述煤体渗透率测定系统由设置在爆破气缸机构外部的甲烷气瓶、水槽及量筒组成;所述甲烷气瓶与轴压加载系统内三通孔的第三通孔之间通过甲烷输气管相连通,在甲

烷输气管上设置有第一手控阀,在第一手控阀与甲烷气瓶之间、靠近甲烷气瓶的甲烷输气管上设置有第一数字压力表;在所述水槽内倒置设置有量筒,甲烷导气管的一端与下气缸盖贯通孔相连通,另一端设置在量筒内;在甲烷导气管上设置有第二手控阀,在第二手控阀与下气缸盖贯通孔之间、靠近下气缸盖贯通孔的甲烷导气管上设置有第二数字压力表。

[0019] 所述各组环向分段导电线圈为不同半径,并以煤体试样上、下两端面中心为圆心,所述应变片设置在相邻的环向分段导电线圈形成的区域内,应变片由沿圆周切向方向设置的切向应变片和沿圆周径向方向设置的径向应变片组成,一个切向应变片和一个径向应变片组成一个应变片组,应变片组在圆周区域内均匀分布,应变片组在径向上排成直线,圆周区域内相邻的应变片组间隔 $30 \sim 60^\circ$ 。

[0020] 所述圆周区域内相邻的应变片组间隔 45° 。

[0021] 本发明的有益效果:

[0022] (1) 由于冲击煤块的高压气体压力可控,爆破孔周围无明显粉碎区生成,可生成多条径向裂纹,煤块裂纹扩展的地应力敏感性和煤层敏感性不显著。

[0023] (2) 由于可对煤块内部某一范围内重复循环冲击致裂,煤块增透效果显著。

[0024] (3) 本发明不仅可以进行煤块增透前后渗透率的测定,还能监测气爆应力波在煤块内传播的规律和径向裂纹的扩展过程及规律。

附图说明

[0025] 图 1 是本发明采用的低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置的结构示意图;

[0026] 图 2 是煤体试样端面安装监测元件后的结构示意图;

[0027] 其中,1--煤块,2--保护层,3--爆破孔,4--气爆枪,5--封孔粘结剂,6--气缸筒,7--上气缸盖,8--下气缸盖,9--上压头,10--下压头,11--上气缸盖螺栓,12--下气缸盖螺栓,13--下压头螺栓,14--轴压加载系统,15--密封圈,16--三通孔,17--下压头贯通孔,18--缸体液压入孔,19--第一手控阀,20--第二手控阀,21--第三手控阀,22--第四手控阀,23--力电感应电控阀,24--第一数字压力表,25--第二数字压力表,26--第三数字压力表,27--第四数字压力表,28--第五数字压力表,29--甲烷气瓶,30--甲烷输气管,31--甲烷导气管,32--水槽,33--量筒,34--围压加载系统,35--气体气源瓶,36--空压机,37--多通阀,38--输气管,39--高压储气罐,40--过压保护装置,41--上压头贯通孔,42--下气缸盖贯通孔,43--轴压加载通孔,44--上盖凹槽,45--下盖凹槽,46--上凹槽,47--下凹槽,48--凸起,49--围压连接管,50--切向应变片,51--径向应变片,52--环向分段导电线圈。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0029] 如图 1、图 2 所示,一种低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验方法,该实验方法采用低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置,具体包括如下步骤:

[0030] 步骤一:安装监测元件

[0031] 用砂纸将煤体试样的上、下端面打磨平整光滑后,在端面上安装监测元件,监测元件为环向分段导电线圈 52 或应变片;以煤体试样上、下两端面中心为圆心,采用高强度树脂

胶粘贴 5 组不同半径的环向分段导电线圈 52, 每组环向分段导电线圈 52 由 6 ~ 12 个独立且互不接触的弧形导电线圈即漆包铜线组成, 用来监测致裂增透期间煤块 1 径向裂纹的扩展; 在相邻的环向分段导电线圈 52 形成的区域内采用高强树脂胶粘贴应变片, 应变片由沿圆周切向方向设置的切向应变片 50 和沿圆周径向方向设置的径向应变片 51 组成, 一个切向应变片 50 和一个径向应变片 51 组成一个应变片组, 应变片组在圆周区域内均匀分布, 应变片组在径向上排成直线, 圆周区域内相邻的应变片组间隔 45° , 用来监测致裂增透期间爆炸波在煤块 1 内传播衰减的规律及裂纹扩展; 各组环向分段导电线圈 52 之间、各组应变片之间以及环向分段导电线圈 52 与应变片之间均留有间隙; 环向分段导电线圈 52 与电信号监测设备相连接, 应变片与动态应变仪相连接;

[0032] 电信号监测设备采用高精度万用表 D030B-2; 动态应变仪采用 SDY2107A 型超动态应变仪;

[0033] 步骤二: 测定增透前的煤体渗透率

[0034] 将煤体试样的四周侧壁用密封套密封, 再将密封好的煤体试样放入爆破气缸机构内的上、下压头之间使其夹紧固定, 将煤体试样上端面以下的爆破气缸机构内部空间用腻子密实, 并通过旋入上气缸盖螺栓 11 使爆破气缸机构密封, 打开第一、第二手控阀, 0.2MPa 的甲烷气体通过甲烷输气管 30 从煤块 1 内渗出经甲烷导气管 31 进入水槽 32 中的量筒 33 内, 在此期间记录进入气缸筒 6 的气体压力值, 即第一数字压力表 24 的压力值 $P_1=0.2\text{MPa}$; 记录气缸筒 6 出来的气体压力值, 即第二数字压力表 25 的压力值 $P_2=0.1\text{MPa}$; 由量筒 33 测量排出的甲烷气体体积, 得出单位时间内排出的甲烷气体体积 $Q_0=53\text{cm}^3/\text{s}$, 基于达西定律的

公式 $K = \frac{2Q_0 P_0 \mu L}{A(P_1^2 - P_2^2)}$, 得出增透前的煤体渗透率 $K=13.04 \times 10^{-5}\text{cm}^2=13.04\text{mD}$,

[0035] 其中: P_0 为大气压力 (0.1MPa), μ 为甲烷气体的绝对黏度 ($\mu=11.07 \times 10^{-6}\text{MPa} \cdot \text{s}$), L 为煤块 1 的高度 (30cm), A 为煤块 1 的横截面面积 (900cm^2);

[0036] 步骤三: 开启高压气体冲击系统循环冲击煤块

[0037] 取出爆破气缸机构内的腻子, 再次通过旋入上气缸盖螺栓 11 使爆破气缸机构密封, 关闭第一、第二手控阀, 打开第三手控阀 21, 启动 MTS815.03 岩石三轴试验装置的三轴加载系统, 缓慢同步对煤体试样进行三轴加载直至预先设定值 (轴压 6MPa, 围压 4MPa), 打开第四手控阀 22, 启动空压机 36; 将气体气源瓶 35 内的气体加压并输送至高压储气罐 39 内, 当高压储气罐 39 内的气体压力达到预先设定值 15MPa 时, 力电感应电控阀 23 自动打开, 高压储气罐 39 内的高压气体经输气管 38 通过气爆枪 4 在煤块 1 的爆破孔 3 内瞬间释放冲击煤块 1, 空压机 36 继续压缩气体, 当高压储气罐 39 内的气体压力再次达到预设值 15MPa 后, 再次释放并冲击煤块 1, 如此循环往复冲击煤块 1, 直至电信号监测设备或动态应变仪监测的煤块 1 裂纹扩展到裂纹断面半径长度的 $2/3$ 时, 关闭空压机 36 和第四手控阀 22; 在此期间得到环向分段导电线圈 52 或应变片监测煤块 1 上的裂纹扩展信息: 环向分段导电线圈 52 会随着煤块 1 裂纹的扩展而断裂, 从而监测煤块 1 裂纹的位置和长度; 应变片是通过监测的应变反算煤块 1 的应力, 进而判断是否发生裂纹, 综合两者的信息共同判定煤块 1 上的裂纹扩展的长度; 通过力电感应电控阀 23 可控制冲击煤块 1 的高压气体的压力, 且能循环冲击煤块 1, 从而使爆破孔 3 周围不仅有大量裂纹产生且无明显粉碎区生成;

[0038] 步骤四: 测定增透后的煤体渗透率

[0039] 通过控制 MTS815.03 岩石三轴试验装置的三轴加载系统缓慢卸除煤体试样的三轴压力后,关闭第三手控阀 21,采用与增透前相同的方法测定增透后的煤体渗透率 $K=110.7\text{mD}$,实验完成;

[0040] 所述的低渗透煤体高压气体循环脉冲致裂增透实验装置,包括煤体试样、爆破气缸机构、三轴加载系统、高压气体冲击系统及煤体渗透率测定系统;

[0041] 所述煤体试样由煤块 1 和混凝土保护层 2 组成,所述混凝土保护层 2 设置在煤块 1 四周的侧壁上;

[0042] 所述爆破气缸机构由上、下气缸盖、气缸筒 6 及上、下压头组成,气缸筒 6 竖直设置,在气缸筒 6 的底部设置下气缸盖 8,在气缸筒 6 的顶部设置上气缸盖 7,所述上、下气缸盖与气缸筒 6 形成密封空间;在上气缸盖 7 的中部设置轴压加载通孔 43,在上气缸盖 7 的底部中央处设置上盖凹槽 44,所述上压头 9 的顶部设置在上盖凹槽 44 内,在上压头 9 竖直方向上的中部设置上压头贯通孔 41;在下气缸盖 8 的顶部中央处设置下盖凹槽 44,所述下压头 10 的底部设置有凸起 48,且下压头 10 的凸起 48 设置在下盖凹槽 45 内;在下压头 10 和下气缸盖 8 竖直方向上的中部分别设置下压头贯通孔 17 和下气缸盖贯通孔 42,且下压头贯通孔 17 和下气缸盖贯通孔 42 相连通;在所述上、下压头之间设置有煤体试样,在煤体试样的煤块 1 上设置有竖直的爆破孔 3,所述爆破孔 3 与上压头贯通孔 41 相连通;

[0043] 所述三轴加载系统由轴压加载系统 14 和围压加载系统 34 组成,所述轴压加载系统 14 和围压加载系统 34 均采用 MTS815.03 岩石三轴试验装置的加载系统;所述轴压加载系统 14 设置在上压头 9 的上部,所述轴压加载系统 14 的上部通过爆破气缸机构中上气缸盖 7 的轴压加载通孔 43 设置在爆破气缸机构的外部;在轴压加载系统 14 内设置三通孔 16,三通孔 16 由第一、第二、第三通孔组成,所述第一、第二、第三通孔相连通,其中的第一通孔与爆破气缸机构中上压头 9 的上压头贯通孔 41 相连通;所述围压加载系统 34 设置在爆破气缸机构的外部,围压加载系统 34 通过围压连接管 49 与缸体液压入孔 18 相连通,在围压连接管 49 上设置有第三手控阀 21,在第三手控阀 21 与围压加载系统 34 之间、靠近围压加载系统 34 的围压连接管 49 上设置有第三数字压力表 26;

[0044] 所述高压气体冲击系统由设置在爆破气缸机构内部的气爆枪 4 和设置在爆破气缸机构外部的力电感应电控阀 23、高压储气罐 39、多通阀 37、空压机 36 及气体气源瓶 35 组成;所述气爆枪 4 的枪头设置在煤体试样的爆破孔 3 中,在爆破孔 3 的入口处、气爆枪 4 与爆破孔 3 之间填充有封孔粘结剂 5 密封;气爆枪 4 尾部与设置在上压头贯通孔 41 内的输气管 38 的一端相连通,所述输气管 38 的另一端通过上压头贯通孔 41 设置在三通孔 16 的第一通孔内,三通孔 16 的第二通孔与力电感应电控阀 23 的一端通过输气管 38 相连通,所述力电感应电控阀 23 的另一端与高压储气罐 39 的一端通过输气管 38 相连通,所述高压储气罐 39 的另一端与多通阀 37 的一个端口通过输气管 38 相连通;所述力电感应电控阀 23 自动释放高压储气罐 39 内的高压气体循环冲击煤块 1,使煤块 1 产生裂纹致裂增透,所述多通阀 37 的另两个端口分别与空压机 36、气体气源瓶 35 通过输气管 38 相连通;在力电感应电控阀 23 与高压储气罐 39 之间、靠近高压储气罐 39 的输气管 38 上设置有第五数字压力表 28,在多通阀 37 与气体气源瓶 35 之间的输气管 38 上设置有第四手控阀 22,在第四手控阀 22 与气体气源瓶 35 之间、靠近气体气源瓶 35 的输气管 38 上设置有第四数字压力表 27;

[0045] 所述煤体渗透率测定系统由设置在爆破气缸机构外部的甲烷气瓶 29、水槽 32 及量筒 33 组成；所述甲烷气瓶 29 与轴压加载系统内三通孔 16 的第三通孔之间通过甲烷输气管 30 相连通，在甲烷输气管 30 上设置有第一手控阀 19，在第一手控阀 19 与甲烷气瓶 29 之间、靠近甲烷气瓶 29 的甲烷输气管 30 上设置有第一数字压力表 24；在所述水槽 32 内倒置设置有量筒 33，甲烷导气管 31 的一端与下气缸盖贯通孔 42 相连通，另一端设置在量筒 33 内；在甲烷导气管 31 上设置有第二手控阀 20，在第二手控阀 20 与下气缸盖贯通孔 42 之间、靠近下气缸盖贯通孔 42 的甲烷导气管 31 上设置有第二数字压力表 25。

[0046] 在所述上气缸盖 7 的底部边缘设置有上凹槽 46，在所述下气缸盖 8 的顶部边缘设置有下凹槽 47，且上、下凹槽位置相对应；所述气缸筒 6 的顶部和底部分别设置在上、下凹槽内。

[0047] 所述上气缸盖 7 与气缸筒 6 通过上气缸盖螺栓 11 连接，下气缸盖 8 与气缸筒 6 通过下气缸盖螺栓 12 连接，下压头 10 与下气缸盖 8 之间通过下压头螺栓 13 连接。

[0048] 在所述下气缸盖 8 上设置有缸体液压入孔 18，所述围压连接管 49 通过缸体液压入孔 18 与爆破气缸机构内部空间相连通。

[0049] 在所述上压头 9 的下端面和下压头 10 的上端面上均设置有深 5mm 的凹槽，所述煤体试样的两端分别设置在凹槽内。

[0050] 所述煤体试样是由高度为 300mm、宽度为 300mm 的正六面体煤块 1 及厚度为 50mm 的混凝土保护层 2 构成。

[0051] 在所述高压储气罐 39 外部设置有过压保护装置 40。

[0052] 所述爆破孔 3 的孔深为煤体试样高度的 $2/3$ 。

[0053] 所述爆破孔 3 的直径为 20mm。

[0054] 在所述轴压加载系统 14 与上气缸盖 7 之间的轴压加载通孔 43 内设置有密封圈 15。

[0055] 所述封孔粘结剂 5 采用速凝的高强混凝土或高强树脂胶，封孔长度为爆破孔 3 孔深的 $1/3$ 。

[0056] 所述甲烷输气管 30、甲烷导气管 31、围压连接管 49 及输气管 38 均为钢管。

[0057] 所述气体气源瓶 35 采用氮气气瓶。

[0058] 所述气爆枪 4 枪头置于爆破孔 3 孔深的 $1/2 \sim 2/3$ 位置处。

[0059] 所述过压保护装置 40 为封闭圆筒状，采用高强度钢板包裹高压储气罐无缝焊接而成。

[0060] 本发明采用的空压机 36 型号为 W-2.0/400；力电感应电控阀 23 型号为 SVY 系列高压型电磁阀；高压储气罐 39 型号为 HJL400-106 ~ 180-5.6。

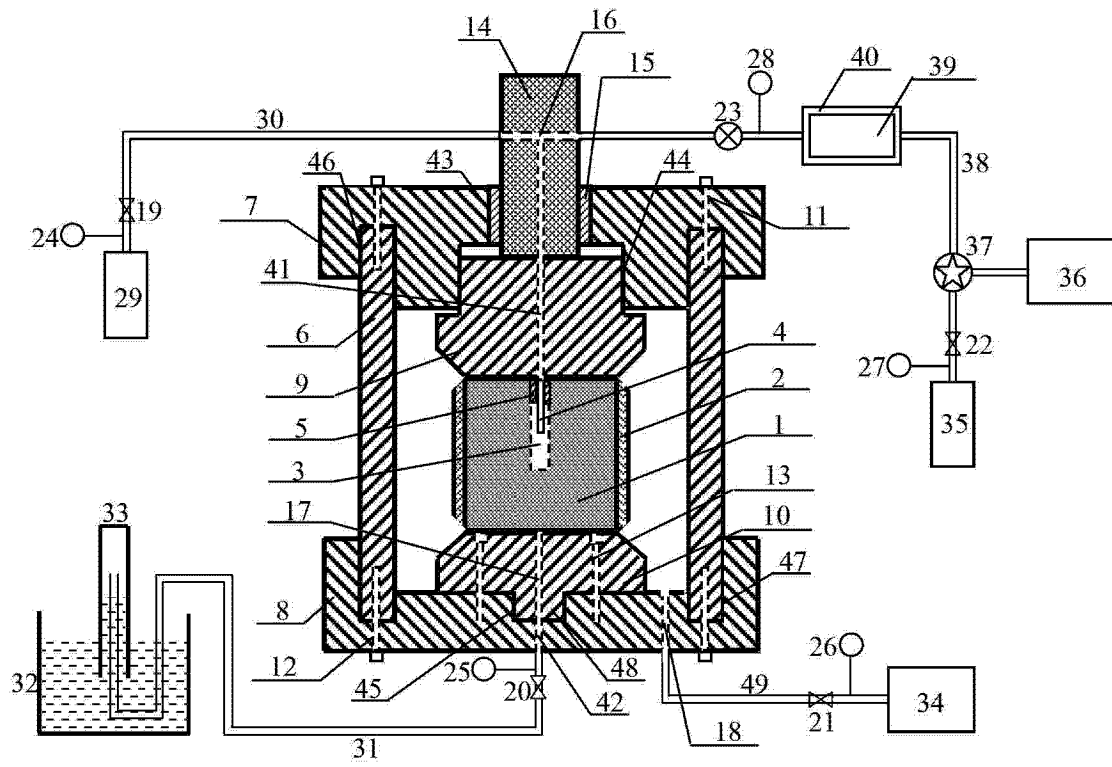


图 1

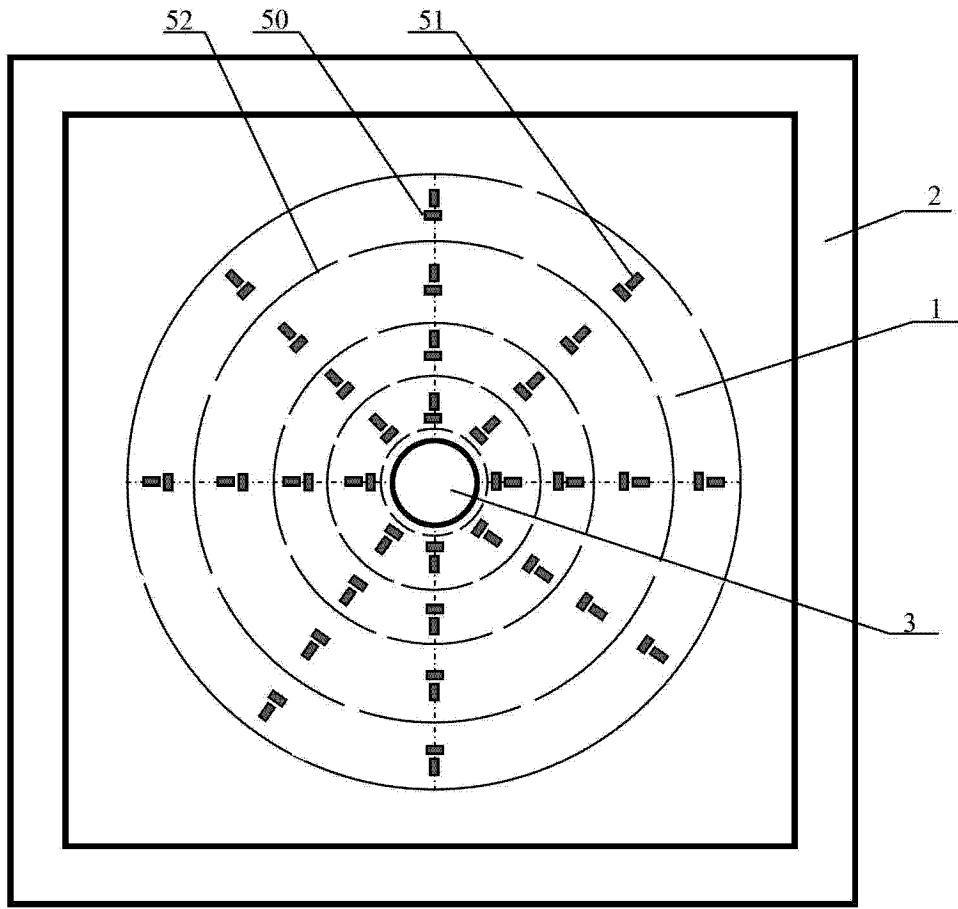


图 2