



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101634621 B

(45) 授权公告日 2011.05.25

(21) 申请号 200910104608.8

审查员 葛佳佳

(22) 申请日 2009.08.12

(73) 专利权人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙坪坝正街
174 号

(72) 发明人 许江 尹光志 魏作安 王倩
陶云奇 王维忠 彭守建 张东明
陆漆 李晓泉 蒋长宝 李小双

(74) 专利代理机构 重庆市前沿专利事务所
50211

代理人 郭云

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006.01)

G01N 13/04(2006.01)

G01N 3/12(2006.01)

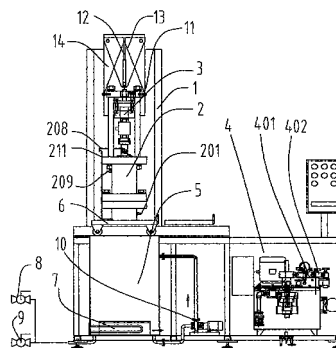
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置

(57) 摘要

本发明公开了一种含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,它包括升降机架、液压伺服控制系统、安装在升降机架顶部的轴向加载装置和连接在轴向加载装置下端的三轴压力室,在所述三轴压力室的下方设有恒温水箱,在该恒温水箱上方设有活动工作台,所述三轴压力室下端放置在所述活动工作台上,在所述恒温水箱内设有加热管,在该恒温水箱外设有与恒温水箱相通的进水阀、排水阀和水浴循环水泵,所述液压伺服控制系统中的轴压加载油泵通过管道与所述进油口和出油口相连通,围压加载油泵通过管道与进排油口相连通。本发明能够进行不同地应力、不同瓦斯压力、不同温度等状态下的含瓦斯煤渗流试验研究以及含瓦斯煤在渗流过程中的变形破坏特征研究。



1. 一种含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,包括升降机架(1)、液压伺服控制系统(4)、安装在升降机架(1)顶部的轴向加载装置(3)和设置在升降机架(1)中部连接在轴向加载装置(3)下端的三轴压力室(2),其特征在于:在所述三轴压力室(2)的下方设有恒温水箱(5),在该恒温水箱(5)上设有活动工作台(6),所述三轴压力室(2)下端放置在所述活动工作台(6)上;

在所述恒温水箱(5)内设有加热管(7),该恒温水箱(5)连接有管道,并在该管道上设有进水阀(8)和排水阀(9),在该恒温水箱(5)外设有与恒温水箱(5)相通的水浴循环水泵(10);

所述三轴压力室(2)包括上座(204)和下座(213),所述上座(204)内设有开口向下的试验腔(214),该试验腔(214)上方的上座(204)上轴向开有通孔,所述下座(213)轴向开有台阶通孔,所述上座(204)安装在下座(213)上,在所述的上座(204)和下座(213)上分别设有与所述试验腔(214)相通的排空孔(209)和进排油口(201),在所述上座(204)的轴向通孔中活套有加压活塞杆(207),该加压活塞杆(207)下部伸入所述试验腔(214)内;在所述加压活塞杆(207)轴心线上设有进气通孔(208),在该加压活塞杆(207)下端部设有进气腔(215),该进气腔(215)通过进气蜂孔(216)与所述试验腔(214)相通;在所述下座(213)轴向通孔中装有与所述加压活塞杆(207)正对的支撑轴(210),在所述支撑轴(210)轴心线上设有排气通孔(211),在该支撑轴(210)上端部设有排气腔(217),该排气腔(217)通过排气蜂孔(218)与试验腔(214)相通;在所述试验腔(214)内设有导向装置,该导向装置由安装在下座(213)上的下定心盘(202)以及经导向螺杆(203)安装在该下定心盘(202)上方的上定心盘(205)组成,所述上定心盘(205)和下定心盘(202)的中心开有圆孔,所述支撑轴(210)经下定心盘(202)的中心的圆孔伸出,所述加压活塞杆(207)下部经上定心盘(205)中心的圆孔伸入所述试验腔(214)的中上部;在所述试验腔(214)内的下座(213)上设有传感器接线头(212),该传感器接线头(212)穿过所述下座(213)经数据线与所述数据采集系统相连;

所述轴向加载装置(3)包括上横梁(301)和立柱(302),所述上横梁(301)与所述三轴压力室(2)中的上座(204)分别固定在立柱(302)的上下端形成框架结构,在所述上横梁(301)上装有位移传感器(308),在该上横梁(301)下方安装有液压缸(307),所述液压缸(307)上设有进油口(315)和出油口(316),该液压缸(307)中的上活塞杆(309)上端穿过上横梁(301)与所述位移传感器(308)下端的测头接触,该液压缸(307)中的下活塞杆(310)下端连接有压力传感器(306),所述压力传感器(306)经数据线与控制系统相连,在该压力传感器(306)下端连接有球型压头;

所述液压伺服控制系统(4)包括轴压加载油泵(401)和围压加载油泵(402),所述轴压加载油泵(401)通过管道与所述进油口(315)和出油口(316)相连通,所述围压加载油泵(402)通过管道与进排油口(201)连通。

2. 根据权利要求1所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在于:在所述上横梁(301)两端分别设有挂环(11),在所述升降机架(1)顶部设有支架板(12),所述挂环(11)通过挂绳(13)挂装在所述支架板(12)上,所述支架板(12)位于升降机(14)上。

3. 根据权利要求1所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在于:在所

述轴向加载装置 (3) 和三轴压力室 (2) 之间的加压活塞杆 (207) 上端固定有垫块 (319)。

4. 根据权利要求 1 所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在於:在所述上座 (204) 轴向通孔中装有导向套 (206),所述加压活塞杆 (207) 通过该导向套 (206) 套装在所述上座 (204) 上;所述上座 (204) 下端向外翻折形成上座连接盘 (219),所述下座 (213) 上端向外翻折形成下座连接盘 (220),所述上座连接盘 (219) 与下座连接盘 (220) 经螺栓进行连接,在所述上座 (204) 与下座 (213) 连接处设有“O”型密封圈。

5. 根据权利要求 1 所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在於:所述进排油口 (201) 位于所述下座 (213) 轴向,该进排油口 (201) 的进排油端口与进排油管相连;所述进气通孔 (208) 进气端通过接头与进气管道连接,所述排气通孔 (211) 排气端通过接头与出气管道连接;所述排空孔 (209) 位于所述上座 (204) 上部侧壁,该所述排空孔 (209) 的排气端口通过三通阀与排气管及压力表相连。

6. 根据权利要求 1 所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在於:所述支撑轴 (210) 为轴径上大下小的台阶轴,该支撑轴 (210) 台阶面限位在所述下座 (213) 轴向通孔上端,所述支撑轴 (210) 下端经螺母与所述下座 (213) 固定连接。

7. 根据权利要求 1 所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在於:在所述上定心盘 (205) 与下定心盘 (202) 中心圆孔环向均匀分布 4 个安装孔,所述上定心盘 (205) 与下定心盘 (202) 对应的安装孔分别用 4 根导向螺杆 (203) 连接。

8. 根据权利要求 1 所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在於:所述液压缸 (307) 由前盖 (314)、后盖 (311)、缸体 (312)、活塞 (313)、上活塞杆 (309) 和下活塞杆 (310) 组成,所述前盖 (314) 和后盖 (311) 分别盖装在缸体 (312) 的上下两端构成活塞腔体,在所述前盖 (314) 上设有所述进油口 (315),在所述后盖 (311) 上设有所述出油口 (316),在所述活塞腔体内设有活塞 (313),在该活塞 (313) 上端面一体设有穿过前盖 (314) 的所述上活塞杆 (309),下端面一体设有穿过后盖 (311) 的所述下活塞杆 (310),该下活塞杆 (310) 下端与所述压力传感器 (306) 上端螺纹连接,所述上活塞杆 (309) 杆径小于所述下活塞杆 (310) 杆径。

9. 根据权利要求 8 所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在於:在所述上横梁 (301) 上设有由支柱 (318) 和支板 (317) 构成的门型框架,所述位移传感器 (308) 穿过支板 (317) 并固定在该门型框架上;所述上横梁 (301) 经螺钉与前盖 (314) 连接,将液压缸 (307) 固定在该上横梁 (301) 下端。

10. 根据权利要求 1 所述的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,其特征在於:所述下活塞杆 (310) 下端与所述压力传感器 (306) 上端螺纹连接;所述球型压头由上压头 (304) 和下压头 (303) 组成,所述上压头 (304) 的下端为球面弧形,所述下压头 (303) 的上端与该球面弧形配合的设有球面凹槽,所述上压头 (304) 下端经挂圈 (305) 固定在该球面凹槽内,该上压头 (304) 上端螺纹连接在所述压力传感器 (306) 下端。

含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置

技术领域：

[0001] 本发明属于试验装置领域,尤其是涉及一种能够在不同地应力、不同瓦斯压力、不同温度等状态下的含瓦斯煤渗流试验进行研究以及含瓦斯煤在渗流过程中的变形破坏特征进行研究的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置。

技术背景：

[0002] 在矿井生产过程中,采掘工程破坏了原岩应力场的平衡和原始瓦斯压力的平衡,形成了采掘周围岩体的应力重新分布和瓦斯流动。煤层瓦斯(煤层气)渗透率是反映煤层内瓦斯渗流难易程度的物性参数,也是瓦斯渗流力学与工程的重要参数,其与煤层裂隙发育特征、地质构造、地应力状态、瓦斯压力、地温、煤基质的收缩作用、煤层埋深、煤体结构及地电场等密切相关,而煤层渗透率的大小对瓦斯的储存与排放、瓦斯压力的分布起着重要的作用,煤与瓦斯突出又与瓦斯的排放和压力的分布有着重要的联系。因此,煤层瓦斯渗透率或煤层透气系数的测算方法研究是瓦斯渗流力学发展之关键技术,也是煤矿安全工作者研究煤与瓦斯突出、瓦斯爆炸等一系列矿山安全问题的关键入手点;研究煤层瓦斯运移的基本规律,对于完善瓦斯流动理论和防治瓦斯灾害有着重要的意义。

[0003] 煤储层是一套由天然裂隙和基质孔隙组成的双重结构模型,裂隙系统为煤层气渗流运移的通道,储层渗透率除受自身裂隙发育特征控制外,地质构造、地应力状态、瓦斯压力、地温、煤基质的收缩作用、煤层埋深、煤体结构及电场等都不同程度地影响着煤层渗透率,渗透率的演化是上述诸多因素综合作用的结果。

[0004] 在国外,早在 20 世纪 70、80 年代就有学者借助相关渗流实验设备取得了一些研究成果:W. J. Sommerton 等研究了应力对煤体渗透性的影响;C. R. McKee 等开展了应力与煤体孔隙度和渗透率之间关系的研究;Harpalani 研究得到了应力对煤解吸渗流的影响规律;J. R. E. Enever 和 A. Henning 研究得到了煤体有效应力对渗透率的影响规律。此外,大冢一雄、樋口澄志、P. G. 塞文斯特、霍多特等也在这方面做了不同程度的工作。

[0005] 在国内,早期是在常温常压下测定松散煤粒的扩散系数和小型块煤样(2cm 左右)的渗透率,随后发展为在假三轴或真三轴围限压力作用下测定煤样渗透率随应力的变化,得到加载和卸载的渗透率拟合方程。20 世纪 80 年代,中国矿业大学的周世宁和林柏泉较早地利用自制的煤样瓦斯渗透实验装置研究了含瓦斯煤体在围压力不变的前提下,孔隙压力和渗透率以及孔隙压力和煤样变形间的关系,同时还研究了在孔隙压力一定的条件下,渗透率和围压力以及煤样变形间的关系,得出了在围压力不变的前提下,孔隙压力和渗透率以及煤样变形值间的关系基本上服从指数方程;在孔隙压力不变条件下,加载时,煤体的渗透率与载荷间的关系可用负指数方程表示,而卸载时,可用幂函数方程表示,进入 90 年代,彭担任等又研制了 STCY-80 型煤与岩石渗透率测定仪,对煤系地层各种岩性试样的渗透率进行了研究。

[0006] 20 世纪 90 年代以来,重庆大学鲜学福教授领导的学术团队利用自制的渗流装置,先后对煤样在不同应力状态下、不同电场下、不同温度下及变形过程中的渗透率进行了研

究,得出了煤样渗透率与有效应力、温度和电场强度等之间的关系。1996年,山西矿业学院(现太原理工大学)赵阳升等研制了“煤岩渗透试验机”与“三轴应力渗透仪”,进行了三维应力作用下煤体瓦斯渗透规律的实验研究,得出了煤体瓦斯渗透系数随体积应力增加而衰减,随孔隙压呈抛物线型变化的结论。2001年,中国科学院渗流流体力学研究所刘建军等利用自制实验设备以低渗透多孔介质为研究对象,通过实验得出孔隙度、渗透率随有效压力变化曲线,其研究表明,流体在低渗透多孔介质中渗流时,流固耦合效应十分显著,这是因为低渗透多孔介质的孔隙很小,而孔隙度的微小变化,都会对渗透率产生大的影响,因此低渗透介质的渗透率随有效应力的变化十分明显。2006年,辽宁工程技术大学潘一山等自制了三轴瓦斯渗透仪,通过先加载后卸载、连续进行煤层气解吸渗流试验,模拟了煤层气在复杂地应力条件下的赋存和运移开采过程,得到了有效应力与煤层气解吸和渗流特性间的关系。2008年,煤炭科学研究总院重庆研究院隆清明等自行研制“瓦斯渗透仪”,进行了孔隙气压对煤体渗透性影响的实验研究,阐述了可控孔隙气压下煤渗透性实验的方法与过程,研究表明,煤的渗透率随孔隙气压增大而减小的特性是由孔隙气压变化引起滑脱效应和孔隙结构本身变化所致。同年,煤炭科学研究总院齐庆新等又利用一种夹持装置,通过试验研究了不同尺度煤样在围压加、卸载条件下的渗透率变化,对试验结果进行非线性拟合分析,得出煤样的渗透率与围压之间存在负指数关系,煤样渗透率对围压敏感性存在着尺度效应。

[0007] 以上各单位所设计开发的渗流实验装置,虽在一定程度上推进了渗流力学的研究及加深了煤层瓦斯运移机理的认识,但或多或少还存在一些不足:1、以上几个实验装置所考虑的渗透率影响因素相对比较单一,没有一个装置将应力、瓦斯压力、温度影响及变形监测等综合考虑,因此,所进行的试验不能完全模拟现场实际煤层瓦斯渗流所处的环境;2、所应用的应力加载系统多为手动,因此,应力加载过程不能保持匀速,且其精度不能保证,此外,诸如循环荷载等加载形式不能实现;3、充气系统多为点充气,即在压头与试件接触的地方充气不均匀,由此带来瓦斯气体不能均匀地从试件中流过,因此,气体流量的测定必然有一定的误差,导致渗透率计算不精确;4、煤岩变形监测大都采用应变片,煤岩变形数据不够精确,特别是径向变形;5、气体流量的测定多为排水法,难免有气体泄漏和读数不准的情况,且测量过程繁琐;6、各装置安装过程基本上靠手工搬运,不方便操作。

发明内容:

[0008] 本发明的目的是提供一种在不同地应力、不同瓦斯压力、不同温度等状态下的含瓦斯煤渗流试验研究以及含瓦斯煤在渗流过程中的变形破坏特征研究的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置。

[0009] 为达到上述目的,本发明的技术方案是:设计一种含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置,包括升降机架、液压伺服控制系统、安装在升降机架顶部的轴向加载装置和设置在升降机架中部连接在轴向加载装置下端的三轴压力室,其关键在于:在所述三轴压力室的下方设有恒温水箱,在该恒温水箱内上设有活动工作台,所述三轴压力室下端放置在所述活动工作台上;

[0010] 在所述恒温水箱内设有加热管,该恒温水箱连接有管道,并在该管道上设有进水阀和排水阀,在该恒温水箱外设有与恒温水箱相通水浴循环水泵;

[0011] 所述三轴压力室包括上座和下座,所述上座内设有开口向下的试验腔,该试验腔

上方的上座上轴向开有通孔,所述下座轴向开有台阶通孔,所述上座安装在下座上,在所述的上座和下座上分别设有与所述试验腔相通的排空孔和进排油口,在所述上座的轴向通孔中活套有加压活塞杆,该加压活塞杆下部伸入所述试验腔内;在所述加压活塞杆轴心线上设有进气通孔,在该加压活塞杆下端部设有进气腔,该进气腔通过进气蜂孔与所述试验腔相通;在所述下座轴向通孔中装有与所述加压活塞杆正对的支撑轴,在所述支撑轴轴心线上设有排气通孔,在该支撑轴上端部设有排气腔,该排气腔通过排气蜂孔与试验腔相通;在所述试验腔内设有导向装置,该导向装置由安装在下座上的下定心盘以及经导向螺杆安装在该下定心盘上方的上定心盘组成,所述上定心盘和下定心盘的中心开有圆孔,所述支撑轴经下定心盘的中心圆孔伸出,所述加压活塞杆下部经上定心盘中心的圆孔伸入所述试验腔的中上部;在所述试验腔内的下座上设有传感器接线头,该传感器接线头穿过所述下座经数据线与数据采集系统相连;

[0012] 所述轴向加载装置包括上横梁、立柱和上座,所述上横梁与上座分别固定在立柱的上下端形成框架结构,在所述上横梁上装有位移传感器,在该上横梁下方安装有液压缸,所述液压缸上设有进油口和出油口,该液压缸中的上活塞杆上端穿过上横梁与所述位移传感器下端的测头接触,该液压缸中的下活塞杆下端连接有压力传感器,所述压力传感器经数据线与控制系统相连,在该压力传感器下端连接有球型压头;

[0013] 所述液压伺服控制系统包括轴压加载油泵和围压加载油泵,所述轴压加载油泵通过管道与所述进油口和出油口相连通,所述围压加载油泵通过管道与进排油口相通。

[0014] 本发明将加压活塞杆下端设计成进气蜂孔,将支撑轴上端设计成排气蜂孔,如此当将试件放置在支撑轴与加压活塞杆之间时,通气后由于进气蜂孔的存在,使得气体进入试件为面进入,如此透气效果更好,试件渗透率测量更加精确。

[0015] 在所述试验腔内设有导向装置,该导向装置由安装在下座上的下定心盘以及经导向螺杆安装在该下定心盘上方的上定心盘组成,所述上定心盘和下定心盘的中心开有圆孔,所述支撑轴经下定心盘的中心圆孔伸出,所述加压活塞杆下部经上定心盘中心的圆孔伸入所述试验腔的中上部。本发明在试验腔内设置导向装置,如此至少存在2个优点:其一是可对上座进行导向,能够让上座与下座进行很好的对位;其二是上定心盘和下定心盘的中心开口可很好地对加压活塞杆和支撑轴进行导向,实现加压活塞杆和支撑轴的对位,使得试件所受压力更加均匀。

[0016] 在所述试验腔内的下座上设有传感器接线头,该传感器接线头经数据线与数据采集系统相连,因此可对试验腔内的环向压力及试件的环向变形进行有效的测量。

[0017] 本发明采用液压缸进行压力加载,因此加载过程平稳,在上横梁上装有与液压缸中的上活塞杆上端接触的位移传感器,故而在加载过程中,所述位移传感器能够准备的检测出上活塞杆轴向移动的距离既试件的轴向位移;在下活塞杆与压头之间设有压力传感器,在加载过程中,该压力传感器能够准备的检测出所加载的压力大小,以上数据的准确检测能够保证含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流试验所测数据的精确度。

[0018] 本发明采用可调节温度的恒温水箱,在工作过程中可将三轴压力室放置在恒温水箱中,因此能够检测出不同温度下的数据。

[0019] 本发明通过上述恒温水箱、液压伺服控制系统、轴向加载装置和三轴压力室能够进行不同地应力、不同瓦斯压力、不同温度等状态下的含瓦斯煤渗流试验研究以及含瓦斯

煤在渗流过程中的变形破坏特征研究。

[0020] 在所述上横梁两端分别设有挂环,在所述升降机架顶部设有支架板,所述挂环通过挂绳挂装在所述支架板上,所述支架板位于升降机上,在升降机的作用下,轴向加载装置和三轴压力室能够上下移动。

[0021] 在所述轴向加载装置和三轴压力室之间的加压活塞杆上端固定有垫块,如此可避免轴向加载装置直接对进气通管接头的冲击。

[0022] 在所述上座轴向通孔中装有导向套,所述加压活塞杆通过该导向套套装在所述上座上;所述上座下端向外翻折形成上座连接盘,所述下座上端向外翻折形成下座连接盘,所述上座连接盘与下座连接盘经螺栓进行连接,在所述上座与下座连接处设有“O”型密封圈,设置“O”型密封圈可有效的防止漏油。

[0023] 所述进排油口位于所述下座轴向,该进排油口的进排油端口与进排油管相连;所述进气通孔进气端通过接头与进气管道连接,所述排气通孔排气端通过接头与出气管道连接,通过进气管道和高压瓦斯瓶相连接,实现供气,通过出气管道与流量计相接,实现气体流量的测量;所述排空孔位于所述上座上侧壁,该所述排空孔的排气端口通过三通阀与排气管及压力表相连,如此可将试验腔内的空气排净及测量围压。

[0024] 所述支撑轴为轴径上大下小的台阶轴,该支撑轴台阶面限位在所述下座轴向通孔上端,所述支撑轴下端经螺母与所述下座固定连接。

[0025] 在所述上定心盘与下定心盘中心圆孔环向均匀分布 4 个安装孔,所述上定心盘与下定心盘对应的安装孔分别用 4 根导向螺杆连接。

[0026] 所述液压缸由前盖、后盖、缸体、活塞、上活塞杆和下活塞杆组成,所述前盖和后盖分别盖装在缸体的上下两端构成活塞腔体,在所述前盖上设有进油口,在所述后盖上设有出油口,在所述活塞腔体内设有活塞,在该活塞上端面一体设有穿过前盖的上活塞杆,下端面一体设有穿过后盖的下活塞杆,该下活塞杆下端与所述压力传感器上端螺纹连接,所述上活塞杆杆径小于所述下活塞杆杆径。

[0027] 在所述上横梁上设有由支柱和支板构成的门型框架,所述位移传感器穿过支板并固定在该门型框架上,如此设计可使位移传感器的固定可靠,不晃动,测量误差小;所述上横梁经螺钉与前盖连接,将液压缸固定在该上横梁下端面。

[0028] 所述下活塞杆下端与所述压力传感器上端螺纹连接;所述压头由上压头和下压头组成,所述上压头的下端为球面弧形,所述下压头的上端与该球面弧形配合的设有球面凹槽,所述上压头下端经挂圈固定在该球面凹槽内,该上压头上端螺纹连接在所述压力传感器下端。上压头与下压头由球面万向联接,避免了压头的偏压,使得实验结果更能反映出试件的真实受力情况。

[0029] 本发明的工作过程是这样的:(1) 试件制备,原煤:将从现场取来的原始煤块用塑料薄膜密封好置于大小适当的木箱内,然后用细骨科骨料混凝土进行浇灌,以填满煤块与木箱之间的间隙,待混凝土硬化完全后再用取芯机进行取芯。最后利用磨床将取出的煤芯小心仔细地打磨成 $\Phi 50 \times 100\text{mm}$ 的原煤煤样,并将之置于烘箱内烘干,再用干燥箱存放,以备实验之用;型煤:将所取原始煤块用粉碎机粉碎,通过振动筛筛选煤粒粒径为 40 ~ 80 目之间的煤粉颗粒,然后在这些筛选出来的煤粉中加入少量纯净水和均匀后置于成型模具中在 200t 刚性实验机上以 100MPa 的压力压制成 $\Phi 50 \times 100\text{mm}$ 的煤样。最后将制备好的型煤

煤样烘干后放置于干燥箱内以备实验时用。

[0030] (2) 试件安装,为保证气密性,先用 704 硅橡胶将煤样试件侧面抹一层 1mm 左右的胶层,待抹上的胶层完全干透后,将煤样小心放置于三轴压力室中支撑轴上,用一段比煤样长出 40mm 左右的圆筒热缩管套在煤样上,同时将加压活塞杆放置于煤样上,用电吹风将圆筒热缩管均匀吹紧,以保证圆筒热缩管与煤样侧面接触紧密,然后用金属箍紧紧箍住试件上下两端的圆筒热缩管与支撑轴的重合部分和圆筒热缩管与加压活塞杆的重合部分,最后将链式径向位移传感器接线头安装于煤试件的中部位置,连接好数据传输接线,并装配好导向装置。

[0031] (3) 装机,将三轴压力室上座与底座对位好,紧好螺钉;将瓦斯进气管与加压活塞杆上端连接好,将瓦斯出气管与流量计连接好;向三轴压力室排空充油;检查各系统是否正常工作。

[0032] (4) 真空脱气,检查实验容器气密性,打开出气阀门,用真空泵进行脱气,脱气时间一般 1h,以保证良好的脱气效果。

[0033] (5) 充气吸附平衡,脱气后,关闭出气阀门,将三轴压力室降入恒温水箱,设定一定的温度,并施压一定的轴压和围压,调节高压甲烷钢瓶出气阀门,保持瓦斯压力一定,向试件内充气,充气时间一般为 24h,使煤样瓦斯充分吸附平衡。

[0034] (6) 进行试验,按照制定的试验方案进行不同条件下的试验。

[0035] (7) 测定参数,所要测定的参数有:轴向压力、围压、瓦斯压力、轴向位移、径向位移、温度、瓦斯流量等。

[0036] (8) 进入下一轮试验,一个试件做完后,拆卸试件,并重复(2)~(7)步骤进行下一轮试验。

[0037] 本发明的效果:

[0038] 1、本发明综合反映了应力、瓦斯压力、温度及变形等对渗透率的影响,既能进行单因素影响下的试验,又能进行多因素耦合作用下的试验,所进行的试验能较好地模拟现场实际煤层瓦斯渗流所处的环境。

[0039] 2、本发明应力加载采用液压伺服控制系统进行加压,加载过程稳定,且能保证精度,并能实现诸如循环荷载等加载形式,此外,通过加装油泵循环冷却系统,能够实现长时间的稳压状态,则可进行蠕变过程中的渗透试验。

[0040] 3、本发明加压活塞杆和支撑轴的充气口与出气口没有直接与煤样接触,而是分别通过设计一个小腔室及环状蜂孔,实现了“面充气”,而不再是以往的“点充气”,更加逼真地实现了实际煤层瓦斯源

[0041] 4、本发明设计了一个导向装置,使煤样试件装配后不会晃动,避免损坏煤样试件,使煤样试件成活率及数据采集稳定性大大提高,保证了实验数据的可靠性,同时,也方便了三轴压力室装机时的定位。

[0042] 5、本发明在数据采集时使用了灵敏度及精确度更高的传感器,包括轴压传感器、围压传感器、温度传感器、轴向位移传感器、链式径向位移传感器、流量计等,保证了数据采集的可靠性。

[0043] 6、本发明设计了一个大型恒温水箱,可进行不同温度下的渗流试验,并安装有水浴循环水泵,保证了受热的均匀性。

[0044] 7、本发明主体部件轴向加载装置和三轴压力室设计吊装在升降机上，并设计了一个活动工作平台，安装过程基本上不用手工搬运，大大方便了操作。

附图说明

[0045] 图 1 为本发明的结构示意图；

[0046] 图 2 为图 1 中三轴压力室 2 的结构示意图；

[0047] 图 3 为图 2 中 A 部分放大示意图；

[0048] 图 4 为图 3 的俯视图；

[0049] 图 5 为图 2 中 B 部分放大示意图；

[0050] 图 6 为图 5 的仰视图；

[0051] 图 7 为图 1 中轴向加载装置 3 的结构示意图；

[0052] 图 8 为图 7 中液压缸 307 的结构示意图。

[0053] 上述附图中各编号的意义是：1. 升降机架，2. 三轴压力室，201. 进排油口，202. 下定心盘，203. 导向螺杆，204. 上座，205. 上定心盘，206. 导向套，207. 加压活塞杆，208. 进气通孔，209. 排空孔，210. 支撑轴，211. 排气通孔，212. 传感器接线头，213. 下座，214. 试验腔，215. 进气腔，216. 进气蜂孔，217. 排气腔，218. 排气蜂孔，219. 上座连接盘，220. 下座连接盘，221. 金属箍，222. 圆筒热缩管，223. 试件，3. 轴向加载装置，301. 上横梁，302. 立柱，303. 下压头，304. 上压头，305. 挂圈，306. 压力传感器，307. 液压缸，308. 位移传感器，309. 上活塞杆，310. 下活塞杆，311. 后盖，312. 缸体，313. 活塞，314. 前盖，315. 进油口，316. 出油口，317. 支板，318. 支柱，319. 垫块，4. 液压伺服控制系统，401. 轴压加载油泵，402. 围压加载油泵，5. 恒温水箱，6. 活动工作台，7. 加热管，8. 进水管，9. 排水管，10. 水浴循环水泵，11. 挂环，12. 支架板，13. 挂绳，14. 升降机。

具体实施方式：

[0054] 下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0055] 请参见图 1：所示的含瓦斯煤热流固耦合三轴伺服渗流装置，包括升降机架 1、液压伺服控制系统 4、安装在升降机架 1 顶部的轴向加载装置 3 和设置在升降机架 1 中部连接在轴向加载装置 3 下端的三轴压力室 2，在所述三轴压力室 2 的下方设有恒温水箱 5，在该恒温水箱 5 上设有活动工作台 6，所述三轴压力室 2 下端放置在所述活动工作台 6 上；

[0056] 在所述恒温水箱 5 内设有加热管 7，该恒温水箱 5 上连接有管道，并在该管道上设有进水阀 8 和排水阀 9 便于进排水，在该恒温水箱 5 外设有与恒温水箱 5 相通水浴循环水泵 10，该水浴循环水泵 10 能够对恒温水箱 5 内的水进行循环，使得恒温水箱 5 内的温度均匀；

[0057] 请参见图 2～图 6：所述三轴压力室 2 包括上座 204 和下座 213，所述上座 204 内设有开口向下的试验腔 214，该试验腔 214 上方的上座 204 上轴向开有通孔，所述下座 213 轴向开有台阶通孔，所述上座 204 安装在下座 213 上，在所述的上座 204 和下座 213 上分别设有与所述试验腔 214 相通的排空孔 209 和进排油口 201，以便使油进入试验腔 214，当试验完成时便于将油排出和围压加载前以便将试验腔 214 的空气排净，在所述上座 204 的轴向通孔中活套有加压活塞杆 207，该加压活塞杆 207 下部伸入所述试验腔 214 内；在所述加

压活塞杆 207 轴心线上设有进气通孔 208,在该加压活塞杆 207 下端部设有进气腔 215,该进气腔 215 通过进气蜂孔 216 与所述试验腔 214 相通;在所述下座 213 轴向通孔中装有与所述加压活塞杆 207 正对的支撑轴 210,在所述支撑轴 210 轴心线上设有排气通孔 211,在该支撑轴 210 上端部设有排气腔 217,该排气腔 217 通过排气蜂孔 218 与试验腔 214 相通,当需进行试验时,先用 704 硅橡胶将试件 223 侧面抹一层 1mm 左右的胶层,待抹上的胶层完全干透后,用一段比试件 223 长出 40mm 左右的圆筒热缩管 222 套在试件 223 上,将试件 223 放置于试验腔 214 内的支撑轴 210 上,所述圆筒热缩管 222 下端部套在支撑轴 210 上端部,同时所述加压活塞杆 207 向下移动放置于试件 223 上,所述圆筒热缩管 222 上端部套在加压活塞杆 207 下端部,用电吹风将圆筒热缩管 222 均匀吹紧,以保证圆筒热缩管 222 与煤样侧面接触紧密,最后用所述金属箍 221 紧紧箍住试件 223 上下两端的圆筒热缩管 222 与支撑轴 210 的重合部分和圆筒热缩管 222 与加压活塞杆 207 的重合部分;在所述试验腔 214 内设有导向装置,该导向装置由安装在下座 213 上的下定心盘 202 以及经导向螺杆 203 安装在该下定心盘 202 上方的上定心盘 205 组成,所述上定心盘 205 和下定心盘 202 的中心开有圆孔;

[0058] 所述支撑轴 210 经下定心盘 202 的中心圆孔伸出,所述加压活塞杆 207 下部经上定心盘 205 中心的圆孔伸入所述试验腔 214 的中上部;在所述试验腔 214 内的下座 213 上设有传感器接线头 212,该传感器接线头 212 穿过所述下座 213 经数据线与数据采集系统相连,在所述传感器接头上连接有链式传感器,该传感器围绕在上述的圆筒热缩管 222 上,便于测量试件的径向位移;

[0059] 请参见图 7:所述轴向加载装置 3 包括上横梁 301、立柱 302 和上座 204,所述上横梁 301 与上座 204 分别固定在立柱 302 的上下端形成框架结构,在所述上横梁 301 上装有位移传感器 308,在该上横梁 301 下方安装有液压缸 307,所述液压缸 307 上设有进油口 315 和出油口 316,该液压缸 307 中的上活塞杆 309 上端穿过上横梁 301 与所述位移传感器 308 下端的测头接触,该液压缸 307 中的下活塞杆 310 下端连接有压力传感器 306,所述压力传感器 306 经数据线与控制系统相连,在该压力传感器 306 下端连接有球型压头;

[0060] 在图 1 中还可以看出:所述液压伺服控制系统 4 包括轴压加载油泵 401 和围压加载油泵 402,所述轴压加载油泵 401 通过管道与所述进油口 315 和出油口 316 相连通,所述围压加载油泵 402 通过管道与进排油口 201 连通;在所述上横梁 301 两端分别设有挂环 11,在所述升降机架 1 顶部设有支架板 12,所述挂环 11 通过挂绳 13 挂装在所述支架板 12 上,所述支架板 12 位于升降机 14 上。

[0061] 在图 7 中还可以看出:在所述轴向加载装置 3 和三轴压力室 2 之间的加压活塞杆 207 上端固定有垫块 319。

[0062] 请参见图 2:所述上座 204 下端向外翻折形成上座连接盘 219,所述下座 213 上端向外翻折形成下座连接盘 220,所述上座连接盘 219 与下座连接盘 220 经螺栓进行连接,在所述上座 204 与下座 213 连接处设有“O”型密封圈;在所述上座 204 轴向通孔中装有导向套 206,所述加压活塞杆 207 通过该导向套 206 套装在所述上座 204 上,所述加压活塞杆 207 与导向套 206 之间设有密封装置,该密封装置由套装在所述加压活塞杆 207 上的导向套 206 及该导向套 206 上端的翻边压盖和密封圈组成,翻边压盖经螺钉安装在上座 204 的顶端,该翻边压盖的内圈安装有防尘圈。

[0063] 所述进排油口 201 位于所述下座 213 轴向,该进排油口 201 的进排油端口与进排油管相连;所述排空孔 209 位于所述上座 204 上部侧壁,该所述排空孔 209 的排气端口通过三通阀与排气管及压力表相连。

[0064] 在图 2 中还可以看出:所述支撑轴 210 为轴径上大下小的台阶轴,该支撑轴 210 台阶限位在所述下座 213 轴向通孔上端,所述支撑轴 210 下端经螺母与所述下座 213 固定连接;所述下座 213 上端设有凹座,所述下定心盘 202 位于该凹座内,在所述上定心盘 205 与下定心盘 202 中心圆孔环向均匀分布 4 个安装孔,所述上定心盘 205 与下定心盘 202 对应的安装孔分别用 4 根导向螺杆 203 连接。

[0065] 请参见图 8:所述液压缸 307 由前盖 314、后盖 311、缸体 312、活塞 313、上活塞杆 309 和下活塞杆 310 组成,所述前盖 314 和后盖 311 分别盖装在缸体 312 的上下两端构成活塞腔体,在所述前盖 314 上设有进油口 315,在所述后盖 311 上设有出油口 316,在所述活塞腔体内设有活塞 313,在该活塞 313 上端面一体设有穿过前盖 314 的上活塞杆 309,下端一体设有穿过后盖 311 的下活塞杆 310,该下活塞杆 310 下端与所述压力传感器 306 上端螺纹连接,所述上活塞杆 309 杆径小于所述下活塞杆 310 杆径。

[0066] 在图 7 中还可以看出:在所述上横梁 301 上设有由支柱 318 和支板 317 构成的门型框架,所述位移传感器 308 穿过支板 317 并固定在该门型框架上;所述上横梁 301 经螺钉与前盖 314 连接,将液压缸 307 固定在该上横梁 301 下端面。

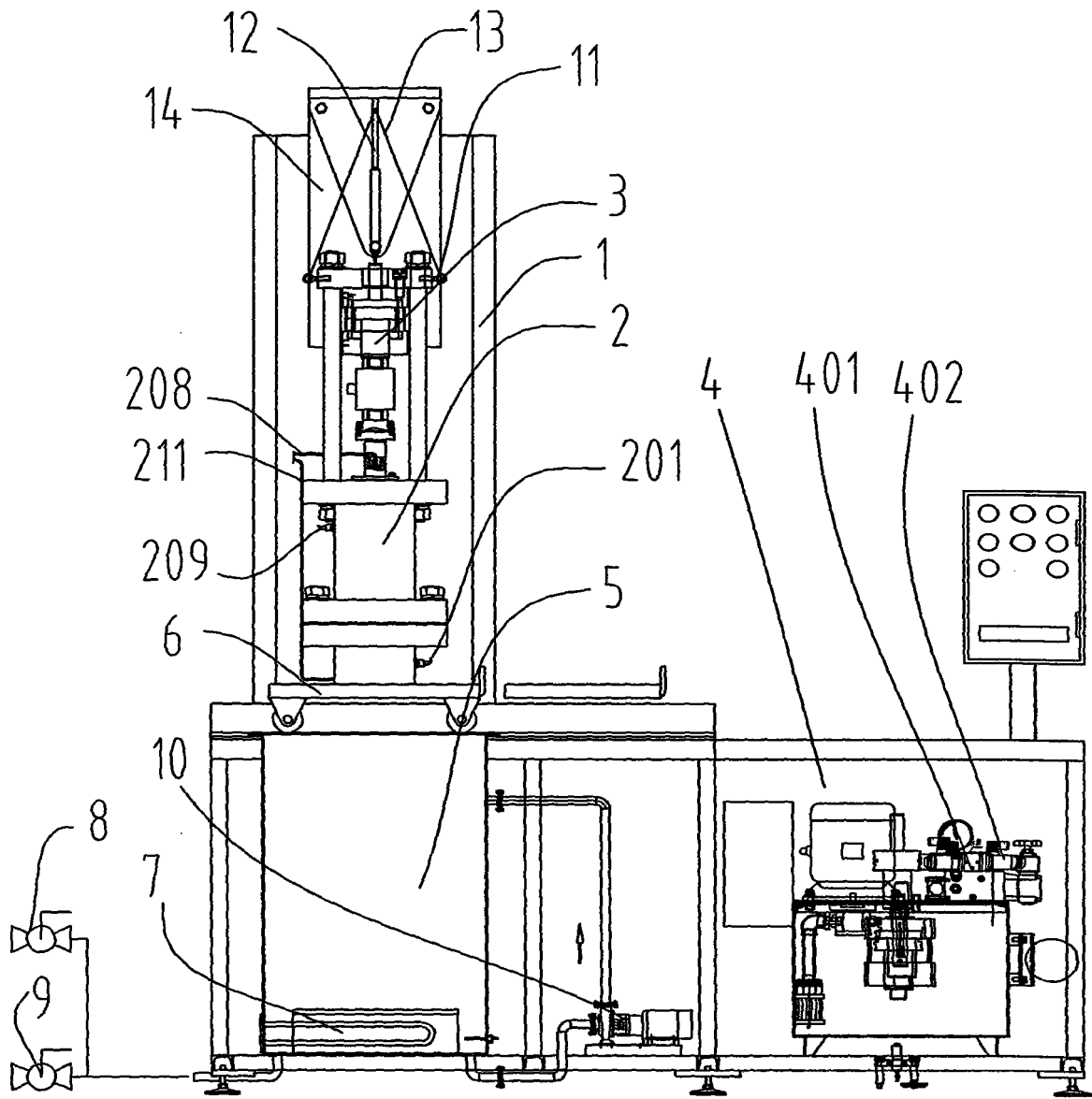


图 1

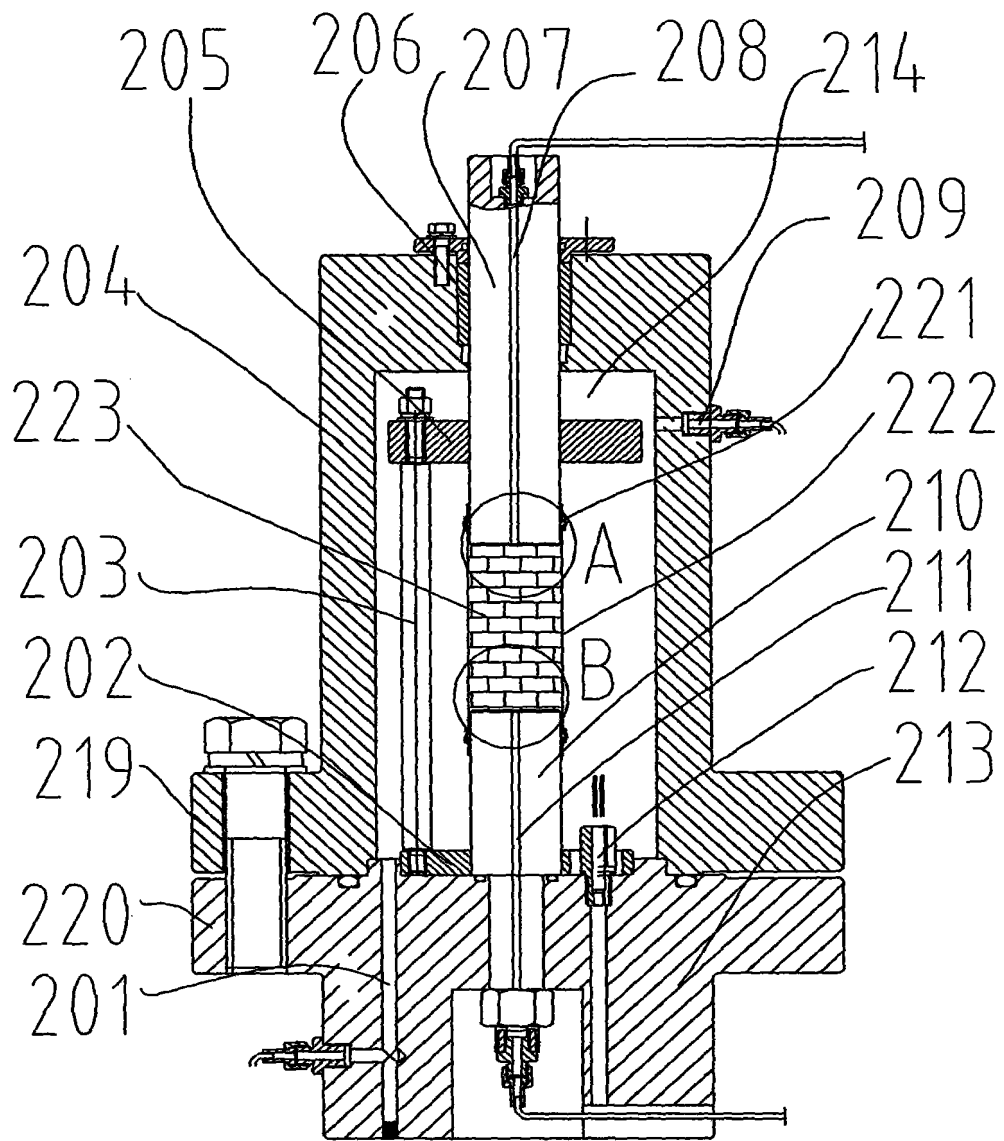


图 2

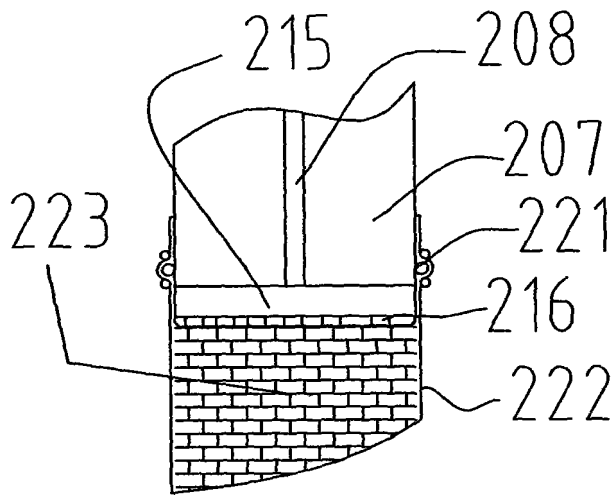


图 3

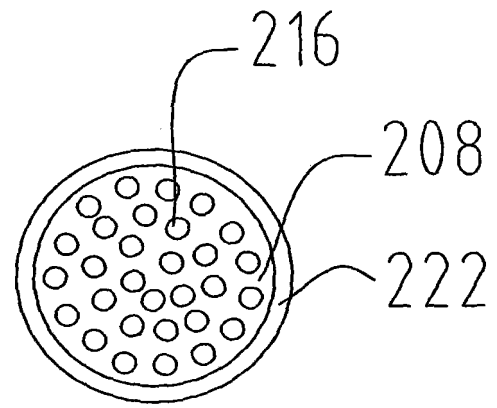


图 4

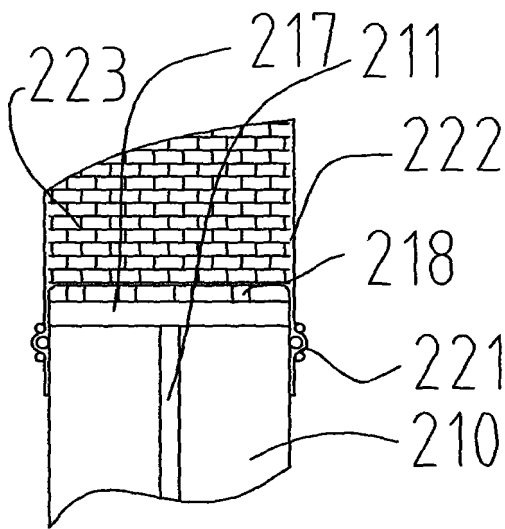


图 5

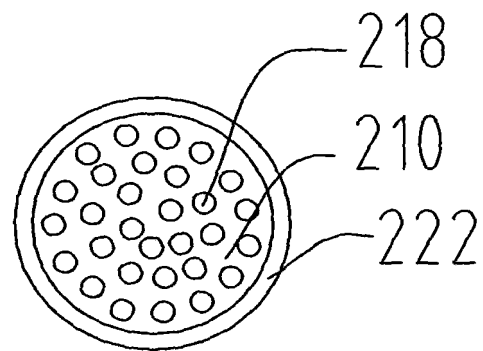


图 6

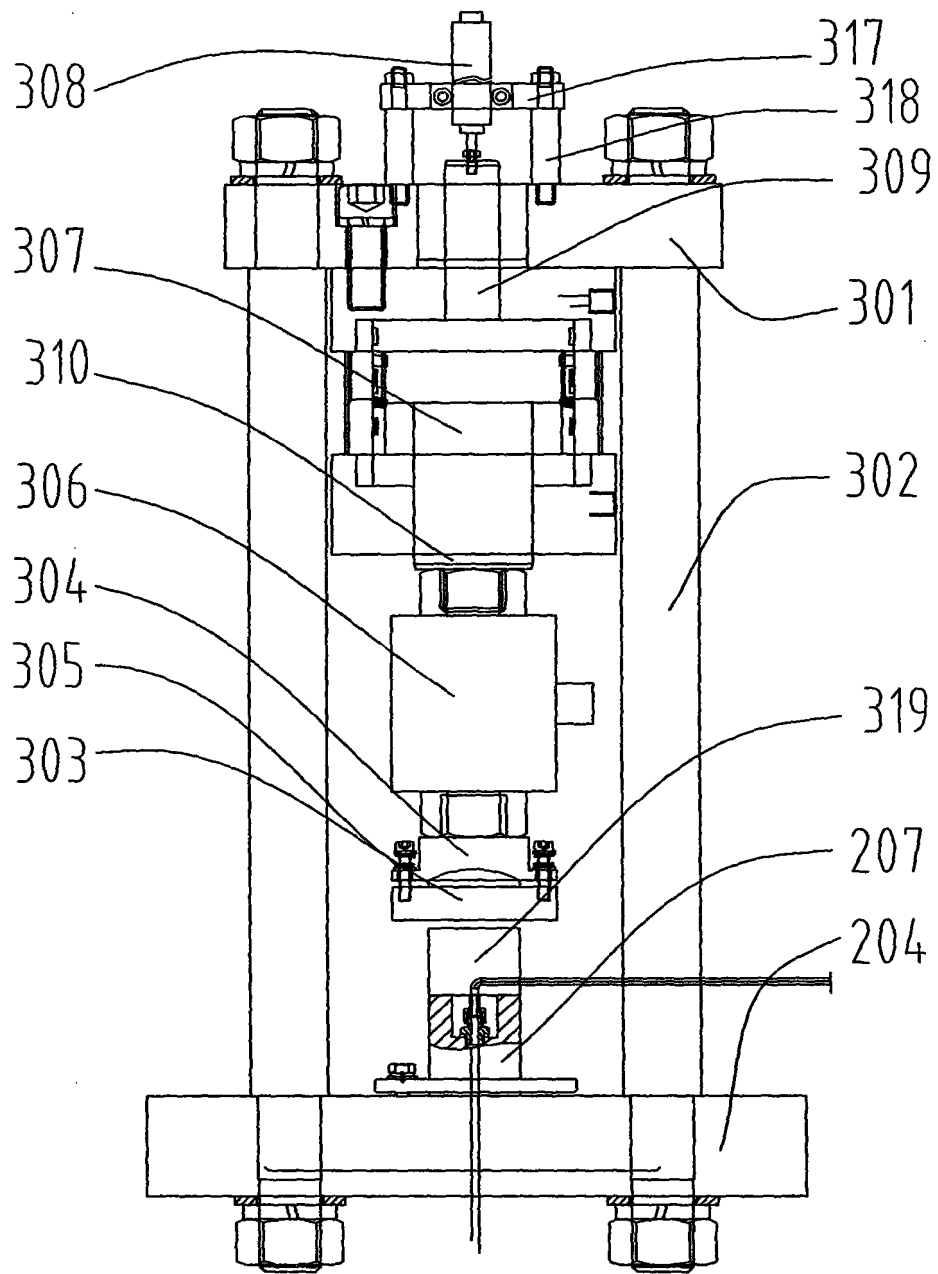


图 7

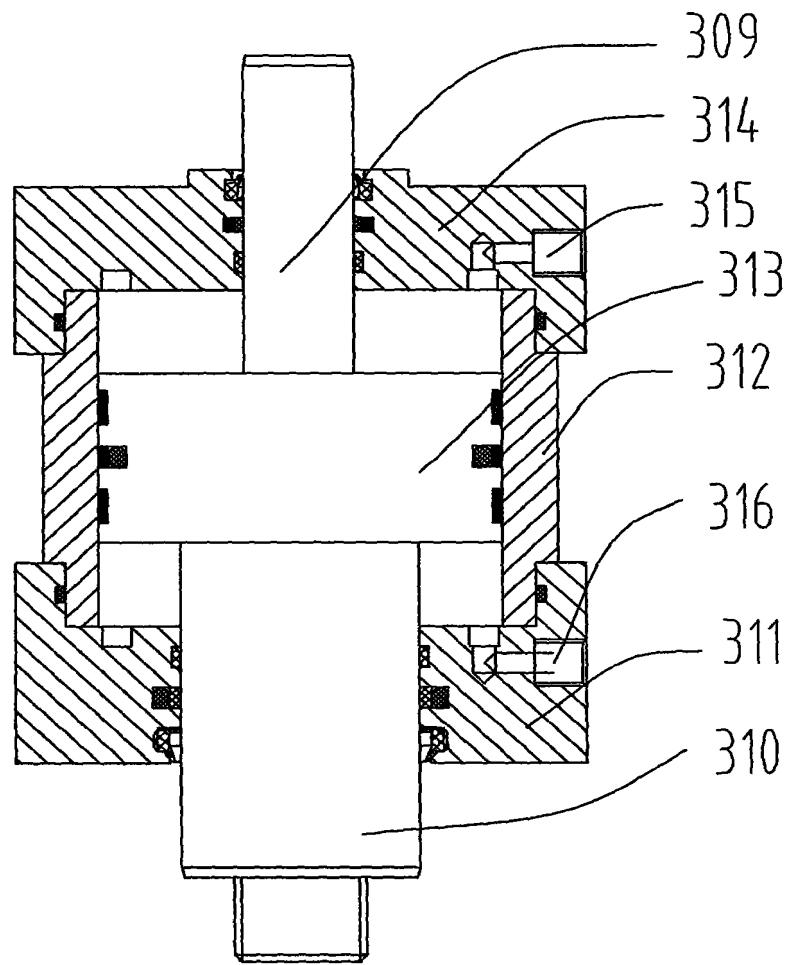


图 8