



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109342214 B

(45) 授权公告日 2021.05.25

(21) 申请号 201811556933.3

(22) 申请日 2018.12.19

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109342214 A

(43) 申请公布日 2019.02.15

(73) 专利权人 中国科学院地球化学研究所  
地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72) 发明人 周宏斌 李和平 周云 刘礼宇

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所  
52100

代理人 商小川

(51) Int. Cl.

G01N 3/18 (2006.01)

G01N 3/02 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4762003 A, 1988.08.09

CN 203396650 U, 2014.01.15

CN 201795965 U, 2011.04.13

审查员 屈海京

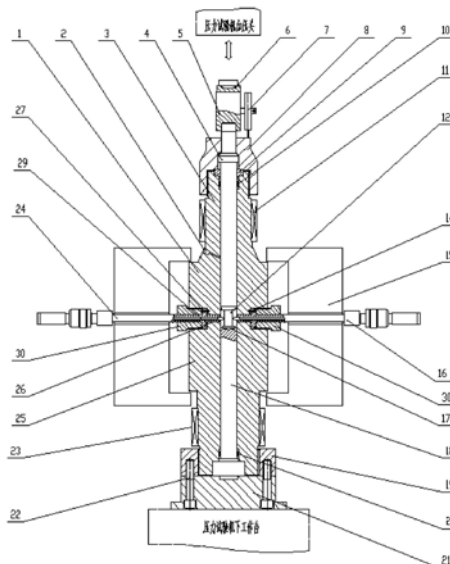
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种高温高压下压缩试验径向应变测量装置

(57) 摘要

本发明公开了一种高温高压下压缩试验径向应变测量装置,它包括釜体和加热炉,所述釜体为圆柱形中空状筒体结构,釜体的中部设有加热段凸环,所述加热段凸环位于两半开合式加热炉的炉膛中央,在釜体的上端设有加压装置,在釜体的下端设有支撑装置,在釜体的中部水平方向设有径向测量装置,在釜体的腔体中部设有样品,所述径向测量装置的测头与样品侧壁接触,在加热段凸环的上方釜体的侧壁上设有与釜体内腔相连通的加注孔。它是一种能够适应多种介质及样品,能在高温、高压下进行试验,满足测量精度要求,使用方便可靠、维护成本低的压缩试验径向应变测量装置,取得了很好的效果。



1. 一种高温高压下压缩试验径向应变测量装置,它包括釜体(1)和加热炉(15),其特征在于:所述釜体(1)为圆柱形中空状筒体结构,釜体(1)的中部设有加热段凸环(25),所述加热段凸环(25)位于两半开合式加热炉(15)的炉膛中央,在釜体(1)的上端设有加压装置,在釜体(1)的下端设有支撑装置,在釜体(1)的中部水平方向设有径向测量装置,在釜体(1)的腔体中部设有样品(12),所述径向测量装置的测头与样品(12)侧壁接触,在加热段凸环(25)的上方釜体(1)的侧壁上设有与釜体(1)内腔相连通的加注孔(2),所述径向测量装置包含成对布置的高温高压LVDT位移传感器二(16)和高温高压LVDT位移传感器三(24),所述高温高压LVDT位移传感器二(16)及高温高压LVDT位移传感器三(24)对称安装在加热段凸环(25)中间位置,分别从水平孔(26)两侧开孔插入,釜体(1)上的定位销一(14)和定位销二(27)确保两侧LVDT位移传感器测量头刃口(32)与样品(12)母线垂直,高温高压LVDT位移传感器法兰盘(19)端面与釜体(1)结合面间设有金属O形圈(29),高温高压LVDT位移传感器由压紧螺母(30)压紧固定。

2. 根据权利要求1所述的高温高压下压缩试验径向应变测量装置,其特征在于:所述加压装置包含有活塞杆压头(5)、上球面垫(6)、LVDT传感器一(7)、螺母(8)、压环(9)、上密封组件(10)和加压活塞杆(4),所述螺母(8)通过螺纹连接到釜体(1)的顶端,在螺母(8)的中间设有竖直的孔,孔内设有加压活塞杆(4),所述加压活塞杆(4)的上部外侧壁上设有与螺母(8)相配合的限位凸台(28),在限位凸台(28)的下方设有压环(9),所述压环(9)的下方加压活塞杆(4)和釜体(1)之间设有上密封组件(10),加压活塞杆(4)的下端伸入到釜体(1)的腔体中部并与样品(12)顶端面平面接触,在加压活塞杆(4)的顶端通过螺纹连接有活塞杆压头(5),所述活塞杆压头(5)的顶端设有上球面垫(6),侧边固定连接LVDT传感器一(7),LVDT传感器一(7)的测量杆端与螺母(8)的顶面接触。

3. 根据权利要求1所述的高温高压下压缩试验径向应变测量装置,其特征在于:所述支撑装置包含有法兰盘(19)、下釜塞(18)和底座(21),法兰盘(19)通过螺纹连接在釜体(1)的底端,底座(21)通过螺栓(22)与法兰盘(19)连接,在底座(21)的上方设有伸入釜体(1)内腔的下釜塞(18),所述下釜塞(18)与釜体(1)底端内侧壁之间设有下密封组件(20),下釜塞(18)的顶端通过下球面垫(17)与样品(12)接触,所述下球面垫(17)的底端面为半球面,上端面为平面。

4. 根据权利要求2所述的高温高压下压缩试验径向应变测量装置,其特征在于:所述加压活塞杆(4)的外侧壁与釜体(1)之间的间隙为1~2mm。

5. 根据权利要求3所述的高温高压下压缩试验径向应变测量装置,其特征在于:所述下釜塞(18)的外侧壁与釜体(1)之间的间隙为0.5~1.5mm。

6. 根据权利要求1所述的高温高压下压缩试验径向应变测量装置,其特征在于:所述釜体(1)的上部外侧活动套接有上冷却套(11),在釜体(1)的下部外侧活动套接有下冷却套(23),所述上冷却套(11)位于螺母(8)与加注孔(2)之间,所述下冷却套(23)位于法兰盘(19)与加热炉(15)之间。

## 一种高温高压下压缩试验径向应变测量装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种压缩试验径向应变测量装置,尤其涉及一种高温高压下压缩试验径向应变测量装置,属于材料试验设备技术领域。

### 背景技术

[0002] 弹性模量、屈服强度、泊松比、持久强度、极限破坏强度等力学参数,作为材料的最基本物理常量,是许多应用研究的基础资料,被广泛用于各行各业中,随着人类开发探索空间向深空、深地延伸,如深海资源开采、地球深部找矿,工程应用向更高温度压力发展,如超超临界机组、核反应堆压力容器等,面对的环境条件更苛刻,高温高压就是其中之一,作为研究应用,高温高压下材料力学性能参数是前期必备数据,其数据采集需要通过高温高压下的力学试验。从目前掌握的资料看,大多数试验研究只限于常温常压或者在高温常压下,即使部分高温高压试验,温度压力都较低,真正高温高压下的研究十分缺乏,这其中的主要原因是相关的试验仪器缺乏及试验方法限制。从数据看,用于在高温高压条件下力学性能的实验平台包括常用的三轴应力试验机和自制的专用压力试验机,这些试验设备由于针对的应用环境条件及使用要求不同,用于高温高压试验存在一些不足之处,具体如下:

[0003] (1) 常规通用的三轴应力试验机,加热介质为硅油,由于燃点限制,其加热温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ ,因此设备使用温度较低;

[0004] (2) 通用的三轴应力试验机变形测量主要有样品上装应变仪与贴应变片两种方式,可以测量轴向及径向等多种变形,这两种方式优点直接测量,测量数据相对准确,但存在传感器安装要求高、引线麻烦等问题,环节繁琐稍不注意试验就会失败,同时出于对传感器保护,对加热加压介质也有较高要求,因为超临界状态下,许多液体介质具有氧化腐蚀性,为避免传感器损坏及短路,装置不能用于水等弱腐蚀介质,而水、低浓度盐溶液、酸碱溶液又是我们经常遇到的介质,这就大大限制了设备的用途;

[0005] (3) 专用压力试验机轴向应变测量方法相对较多,但在径向应变测量方面,在 $\geq 400^{\circ}\text{C}$ 高温高压下,缺少很好的方法,在保护气体介质中可以通过光学测量等方法,但设备价格较高同时不适合液体介质,特别是试验过程中介质变浑浊,试验根本无法进行,液体介质情况下目前还没有很好的解决办法。

[0006] 由于以上装置的不足以及现实科研的迫切需要,发明一种克服以上问题,可靠、简便实用的新型装置十分有必要。

### 发明内容

[0007] 本发明要解决的技术问题是:提供一种高温高压下压缩试验径向应变测量装置,它是一种能够适应多种介质及样品,能在高温、高压力下进行试验,满足测量精度要求,使用方便可靠、维护成本低的压缩试验径向应变测量装置,解决了现有技术方案的不足。

[0008] 本发明的技术方案为:一种高温高压下压缩试验径向应变测量装置,它包括釜体和加热炉,其特征在于:所述釜体为圆柱形中空状筒体结构,釜体的中部设有加热段凸环,

所述加热段凸环位于两半开合式加热炉的炉膛中央,在釜体的上端设有加压装置,在釜体的下端设有支撑装置,在釜体的中部水平方向设有径向测量装置,在釜体的腔体中部设有样品,所述径向测量装置的测头与样品侧壁接触,在加热段凸环的上方釜体的侧壁上设有与釜体内腔相连通的加注孔。

[0009] 所述加压装置包含有活塞杆压头、上球面垫、LVDT传感器一、螺母、压环、上密封组件和加压活塞杆,所述螺母通过螺纹连接到釜体的顶端,在螺母的中间设有竖直的孔,孔内设有加压活塞杆,所述加压活塞杆的上部外侧壁上设有与螺母相配合的限位凸台,在限位凸台的下方设有压环,所述压环的下方加压活塞杆和釜体之间设有上密封组件,加压活塞杆的下端伸入到釜体的腔体中部并与样品顶端面平面接触,在加压活塞杆的顶端通过螺纹连接有活塞杆压头,所述活塞杆压头的顶端设有上球面垫,侧边固定连接有LVDT传感器一, LVDT传感器一的测量杆端与螺母的顶面接触。

[0010] 所述支撑装置包含有法兰盘、下釜塞和底座,法兰盘通过螺纹连接在釜体的底端,底座通过螺栓与法兰盘连接,在底座的上方设有伸入釜体内腔的下釜塞,所述下釜塞与釜体底端内侧壁之间设有下密封组件,下釜塞的顶端通过下球面垫与样品接触,所述下球面垫的底端面为半球面,上端面为平面。

[0011] 所述径向测量装置包含成对布置的高温高压LVDT位移传感器二和高温高压LVDT位移传感器三,所述高温高压LVDT位移传感器二及高温高压LVDT位移传感器三对称安装在加热段凸环中间位置,分别从水平孔两侧开孔插入,釜体上的定位销一和定位销二和确保两侧LVDT位移传感器测量头刃口与样品母线垂直,高温高压LVDT位移传感器法兰盘端面与釜体结合面间设有金属O形圈,高温高压LVDT位移传感器由压紧螺母压紧固定。

[0012] 所述加压活塞杆的外侧壁与釜体之间的间隙为1~2mm。

[0013] 所述下釜塞的外侧壁与釜体之间的间隙为0.5~1.5mm。

[0014] 所述釜体的上部外侧活动套接有上冷却套,在釜体的下部外侧活动套接有下冷却套,所述上冷却套位于螺母与加注孔之间,所述下冷却套位于法兰盘与加热炉之间。

[0015] 本发明的有益效果是:与现有技术相比,采用本发明的技术方案,效果如下:

[0016] 1、高温高压LVDT位移传感器二及高温高压LVDT位移传感器三对称安装能有效避免样品加压过程中轻微晃动对测量准确度的影响。

[0017] 2、高温高压LVDT位移传感器带测量头锁止释放功能,能避免样品未完全固定前被传感器测头推动,造成样品错位歪斜,影响测量精度。

[0018] 3、测量头设计为刀刃状能有效避免样品加压过程中轻微晃动,测量接触点变化对测量准确度的影响。

[0019] 4、加压机构采用两组球面垫成对使用,对平行度进行补偿,最大限度减小样品及加压环节轴向倾斜对试验精度影响。

[0020] 5、本装置可试验检测的样品更多样,样品可以是金属或非金属。

[0021] 6、与常用三轴压力试验机相比,试验适应的范围更广,可以适应温度:温度更高,最高600℃,围压介质更多样,介质可以适应氩气等惰性气以及水等弱腐蚀性液体,由于不需装专用应变仪或应变片,使用更简便可靠。

[0022] 7、高温高压下压缩试验径向应变测量装置经实际测试使用,测量精度误差达到试验要求,分辨率达到0.5μm,准确度2μm,使用方便,性能可靠,为高温高压试验提供了一种新

的测试手段。

### 附图说明

- [0023] 图1本发明结构示意图；  
[0024] 图2本发明结构俯视图；  
[0025] 图3本发明加压活塞杆、活塞杆压头、压环、上密封组件组装示意图；  
[0026] 图4本发明加压活塞杆、样品、下球面垫、下釜塞、高温高压LVDT位移传感器组装示意图；  
[0027] 图5本发明的高温高压LVDT位移传感器释放及缩回锁止状态示意图；  
[0028] 图6本发明的高温高压LVDT位移传感器结构示意图；  
[0029] 图7本发明的高温高压LVDT位移传感器锁止机构结构示意图。

### 具体实施方式

[0030] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将参照本说明书附图对本发明作进一步的详细描述。

[0031] 实施例1：如附图1~5所示，一种高温高压下压缩试验径向应变测量装置，它包括釜体1和加热炉15，所述釜体1为圆柱形中空状筒体结构，釜体1的中部设有加热段凸环25，所述加热段凸环25位于两半开合式加热炉15的炉膛中央，在釜体1的上端设有加压装置，在釜体1的下端设有支撑装置，在釜体1的中部水平方向设有径向测量装置，在釜体1的腔体中部设有样品12，所述径向测量装置的测头与样品12侧壁接触，在加热段凸环25的上方釜体1的侧壁上设有与釜体1内腔相连通的加注孔2。

[0032] 进一步的，加压装置包含有活塞杆压头5、上球面垫6、LVDT传感器一7、螺母8、压环9、上密封组件10和加压活塞杆4，所述螺母8通过螺纹连接到釜体1的顶端，在螺母8的中间设有竖直的孔，孔内设有加压活塞杆4，所述加压活塞杆4的上部外侧壁上设有与螺母8相配合的限位凸台28，在限位凸台28的下方设有压环9，所述压环9的下方加压活塞杆4和釜体1之间设有上密封组件10，加压活塞杆4的下端伸入到釜体1的腔体中部并与样品12顶端面平面接触，在加压活塞杆4的顶端通过螺纹连接有活塞杆压头5，所述活塞杆压头5的顶端设有上球面垫6，侧边固定连接LVDT传感器一7，LVDT传感器一7的测量杆端与螺母8的顶面接触。

[0033] 所述支撑装置包含有法兰盘19、下釜塞18和底座21，法兰盘19通过螺纹连接在釜体1的底端，底座21通过螺栓22与法兰盘19连接，在底座21的上方设有伸入釜体1内腔的下釜塞18，所述下釜塞18与釜体1底端内侧壁之间设有下密封组件20，下釜塞18的顶端通过下球面垫17与样品12接触，所述下球面垫17的底端面为半球面，上端面为平面。

[0034] 所述径向测量装置包含成对布置的高温高压LVDT位移传感器二16和高温高压LVDT位移传感器三24，所述高温高压LVDT位移传感器二16及高温高压LVDT位移传感器三24对称安装在加热段凸环25中间位置，分别从水平孔26两侧开孔插入，釜体1上的定位销一14和定位销二27确保两侧LVDT位移传感器测量头刃口32与样品12母线垂直，高温高压LVDT位移传感器法兰盘19端面与釜体1结合面间设有金属O形圈29，高温高压LVDT位移传感器由压紧螺母30压紧固定。

[0035] 如附图6、附图7所示,所述高温高压LVDT位移传感器二16和高温高压LVDT位移传感器三24的结构相同,它包括高温高压连接部件和位移检测部件,所述高温高压连接部件和位移检测部件沿轴向分布并通过圆柱面定位螺纹连接,在高温高压连接部件和位移检测部件之间设有耐高温高压的密封圈一71,在紧贴位移检测部件处的高温高压连接部件上活动套接有冷却水套55保证电气组件正常工作温度。

[0036] 所述高温高压连接部件包括定位销一14和定位销二27、LVDT塞体34、压紧螺母30和金属O形圈29,所述LVDT塞体34为中间有连通空腔体的圆管状结构,LVDT塞体34左端外圆为光滑圆柱面并插入到高温高压的加热段凸环25的水平孔26中,由套在LVDT塞体34上的压紧螺母30压紧固定在加热段凸环25上,在LVDT塞体34靠近左端部设有凸起法兰盘19,法兰盘19左端面与加热段凸环25壁面贴合,法兰盘19右端面与压紧螺母30接触,在法兰盘19左端面设有环形槽,环形槽内装有金属O形圈29,法兰盘19上部设定位销孔,销孔内有固定在加热段凸环25上的定位销一14和定位销二27,LVDT塞体34右端外圆设有与位移检测部件相配合的圆柱面及连接外螺纹,冷却水套55套接在LVDT塞体34右端外圆上。

[0037] 所述位移检测部件包括线圈组件、位移检测杆组件、检测杆锁止机构;

[0038] 所述线圈组件包括承压内套56、次级线圈一72、初级线圈73、次级线圈二74、压环64、外套61和锁紧螺母63,所述承压内套56为圆筒状结构,承压内套(56)的内部设有左端开口右部为多级台阶的盲孔,从左到右分别与LVDT塞体34和位移检测杆组件相配合连接,左端内孔与LVDT塞体34右端外圆滑动配合并通过氟橡胶密封圈一71密封,密封圈一71的左侧设有螺纹并与LVDT塞体34右端螺纹连接,所述次级线圈一72、初级线圈73、次级线圈二74均为圆环状并从左到右依次套装在承压内套56右段外侧壁上,其中次级线圈一72和次级线圈二74对称安装在初级线圈73两侧,引线成差动连接,线圈绕组外侧套装有外套61,压环64活套在承压内套56右端外圆环上并紧贴次级线圈二74右端,通过锁紧螺母63将次级线圈一72、初级线圈73、次级线圈二74、压环64及外套61轴向压紧固定,锁紧螺母63螺纹连接在承压内套56的右端部;

[0039] 所述位移检测杆组件包括延长测杆75、活塞59和感应磁芯62并分别从左到右沿轴向螺纹连接,延长测杆75为插装在LVDT塞体34内腔的细长杆,延长测杆75左端测头为刀刃状的刃口32,刃口32与样品12母线接触,其截面为正方形,与LVDT塞体34内孔滑动配合,延长测杆75的右端与活塞59螺纹连接,活塞59为多级台阶状圆柱体,从左到右逐级变小,左端大头与承压内套56内孔为滑动配合,活塞59右端小头与感应磁芯62螺纹连接,感应磁芯62与承压内套56内孔为间隙配合,活塞59中段与承压内套56之间设有压缩弹簧60,保证延长测杆75测头与样品12接触良好,样品12径向变形所产生的位移,由延长测杆75、活塞59传递到感应磁芯62,其移动带来测量线圈磁通量改变,从而造成由初级线圈73、次级线圈一72、次级线圈二74组成的差动变压器输出电压改变,输出的电压改变与感应磁芯62位移成线性对应关系;

[0040] 所述检测杆锁止机构位于承压内套56中段外圆上,包括销钉58和锁止螺母33,所述销钉58为两端均为半球面的圆柱杆状并位于承压内套56径向均布的4个通孔中,可在孔中滑动,当销钉58受锁止螺母33推动向孔内移动时,承压内套56内孔通过空间变小,从而限制活塞59移动,达到锁止位移检测杆组件目的,销钉58径向移动由锁止螺母33控制,锁止螺母33为圆环状,内孔右端为内螺纹,左端为圆柱孔,与承压内套56外圆滑动配合,孔中间部

位设有圆弧槽,槽两边对称分布环形沟槽,沟槽内装耐高温高压密封圈二65,当锁止螺母33顺时针旋转移动至最左端时,销钉58位于锁止螺母33圆弧槽处,销钉58可向外移动空间最大,扩大后的空间,确保活塞59能自由移动,位移检测杆组件完全释放,反之锁止螺母33逆时针旋转向右移动,锁止螺母33圆弧槽将销钉58往内挤压,内孔收缩限制活塞59自由移动,锁止测量杆。

[0041] 所述LVDT塞体34的材料为镍基高温合金GH4698,压紧螺母30的材料为镍基高温合金GH4169,确保联结部件在600℃以上能耐腐蚀并承受高温高压。

[0042] 所述承压内套56为无磁TC4钛合金,压环64、外套61和锁紧螺母63均为无磁SUS316不锈钢制成,所述延长测杆75和活塞59为无磁TC4钛合金,感应磁芯62为高磁导率材料IJ50,弹簧60为镍基合金材料。

[0043] 所述活塞59与承压内套56内孔之间的间隙为0.01~0.03mm,感应磁芯(62)的外圆与承压内套56内孔之间的间隙为0.1~0.3mm。

[0044] 所述延长测杆75左端测量头与LVDT塞体34滑动配合之间的间隙为0.01~0.03mm。

[0045] 所述延长测杆75左端测量头端部设计成刀刃状的刃口32,保证测量过程中测量头刃口32与样品12母线垂直,测量头横截面为方形,与LVDT塞体34滑动配合的同时,防止测量头转动,保证测量精度。

[0046] 本发明装置具有测量头锁止功能,在样品12未加载完全固定前,测量头处于缩回状态并由锁止螺母33锁止,测量头不与样品12接触,有效防止高温高压LVDT位移传感器推动样品12,造成歪斜错位,样品12预加载固定后通过旋转锁止螺母33将测量头释放,通过弹簧推力接触样品12,LVDT位移传感器处于测量准备状态。

[0047] 所述加压活塞杆4的外侧壁与釜体1之间的间隙为1~2mm。

[0048] 所述下釜塞18的外侧壁与釜体1之间的间隙为0.5~1.5mm。

[0049] 所述釜体1的上部外侧活动套接有上冷却套11,在釜体1的下部外侧活动套接有下冷却套23,所述上冷却套11位于螺母8与加注孔2之间,所述下冷却套23位于法兰盘19与加热炉15之间。

[0050] 一种用于高温高压下压缩试验径向应变测量装置的使用方法,所述方法步骤为:

[0051] 一、试验装置组装:首先将釜体1与螺母8连接端朝下竖直放置,然后依次将下密封组件20、下釜塞18放入釜体1的内腔内,完成后装下冷却套23、法兰盘19,底座21倒扣到下釜塞18端面上,最后用螺栓22将法兰盘19与底座21组合连接在一起,完成装置下部组装;下部安装完成后,颠倒反应釜以底座21朝下竖直放置,然后从釜体1内孔上方,依次放入下球面垫17、样品12、上密封组件10、压环9、加压活塞杆4,其中下球面垫17使用前与下釜塞18的球形面精密对研并清洗,达到能吸附状态,内部完成后,接下来依次装上冷却套11、螺母8、活塞杆压头5及LVDT传感器一7;上部装配完成后,接下来装高温高压LVDT位移传感器二16及高温高压LVDT位移传感器三24,高温高压LVDT位移传感器装配前需将测量头缩回并锁住,具体作法是:手动将测量头压入LVDT塞体34,逆时针旋转锁止螺母33,锁止螺母33螺母右移至最右端将测量头锁住,LVDT位移传感器装配准备完后,釜体1安放定位销一14和定位销二27,两侧LVDT法兰盘19端面安放金属O密封圈29,高温高压LVDT位移传感器二16及高温高压LVDT位移传感器三24分别由釜体1两侧插入孔26,LVDT法兰盘19端面贴紧釜体1后,旋紧压紧螺母30,试验装置整体组装完成;

[0052] 二、试验装置整体放入压力试验机中：将试验装置整体放入压力试验机中就位后合拢加热炉15、连接围压控制系统，活塞杆压头5顶端放置上球面垫6，试验准备阶段完成；

[0053] 三、试验阶段：首先通过围压控制系统向高温高压下压缩径向应变测量装置注入0.5MPa氩气保护样品，防止加热过程中氧化，然后启动加热炉15对试验装置加热，加热过程由过程控制；加热温度到后，温度保持，压力控制系统向高温高压下压缩径向应变测量装置注入试验介质至设定值，注入结束后即可开始进行压力试验机初始压力清零工作，清零目的是扣除腔体内介质压力及活塞杆摩擦力的影响，得到加压到样品上的真实压力，清零开始，手动控制压力试验机加压活塞缓慢下降，接触高温高压下压缩径向应变测量装置后，压力试验机加压力逐渐增加，由于加压活塞杆4下端与样品12之间装样时留有2mm左右间隙，加压活塞杆4下压时会有一段空行程，当压力试验机加压力达到一定程度时，活塞杆开始下降，此时LVDT传感器一7数值开始显著变化，由于空行程存在，压机压力变化不大，此时力即为介质产生的作用力及活塞杆摩擦力之和，当加压活塞杆4在压力试验机控制下继续下压，压机压力继续增加500~1000N时，加压活塞杆4与样品12完全接触并预加载，接下来旋转釜体(1)两侧高温高压LVDT位移传感器锁止螺母，释放测量头，使其与样品12接触，此时可以观察到高温高压LVDT位移传感器二16及高温高压LVDT位移传感器三24数值有很大变化，待数值稳定后即可对压力试验机、LVDT传感器资料清零，清零结束后即可根据试验要求事先设定的控制程序由压力试验机进行加压试验，试验中LVDT传感器数据传输到压力试验机或采集计算机，通过计算关系式得到样品径向变形量，在得到样品力与变形关系后，就可以计算径向应变、泊松比、弹性模量等力学参数。

[0054] 所述计算关系式为：

$$[0055] \quad \Delta L = \Delta L_2 + \Delta L_3$$

[0056] 其中： $\Delta L$ -样品径向变形， $\Delta L_2$ -高温高压LVDT传感器二16位移， $\Delta L_3$ -高温高压LVDT传感器三24位移。

[0057] 采用本发明的技术方案，效果如下：

[0058] 1、高温高压LVDT位移传感器二16及高温高压LVDT位移传感器三24对称安装能有效避免样品加压过程中轻微晃动对测量准确度的影响。

[0059] 2、高温高压LVDT位移传感器带测量头锁止释放功能，能避免样品未完全固定前被传感器测头推动，造成样品错位歪斜，影响测量精度。

[0060] 3、测量头设计为刀刃状能有效避免样品加压过程中轻微晃动，测量接触点变化对测量准确度的影响。

[0061] 4、加压机构采用两组球面垫成对使用，对平行度进行补偿，最大限度减小样品及加压环节轴向倾斜对试验精度影响。

[0062] 5、本装置可试验检测的样品更多样，样品可以是金属或非金属。

[0063] 6、与常用三轴压力试验机相比，试验适应的范围更广，可以适应温度：温度更高，最高600℃，围压介质更多样，介质可以适应氩气等惰性气以及水等弱腐蚀性液体，由于不需装专用应变仪或应变片，使用更简便可靠。

[0064] 7、高温高压下压缩试验径向应变测量装置经实际测试使用，测量精度误差达到试验要求，分辨率达到0.5 $\mu\text{m}$ ，准确度2 $\mu\text{m}$ ，使用方便，性能可靠，为高温高压试验提供了一种新的测试手段。



[0065] 本发明未详述之处,均为本技术领域技术人员的公知技术。最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

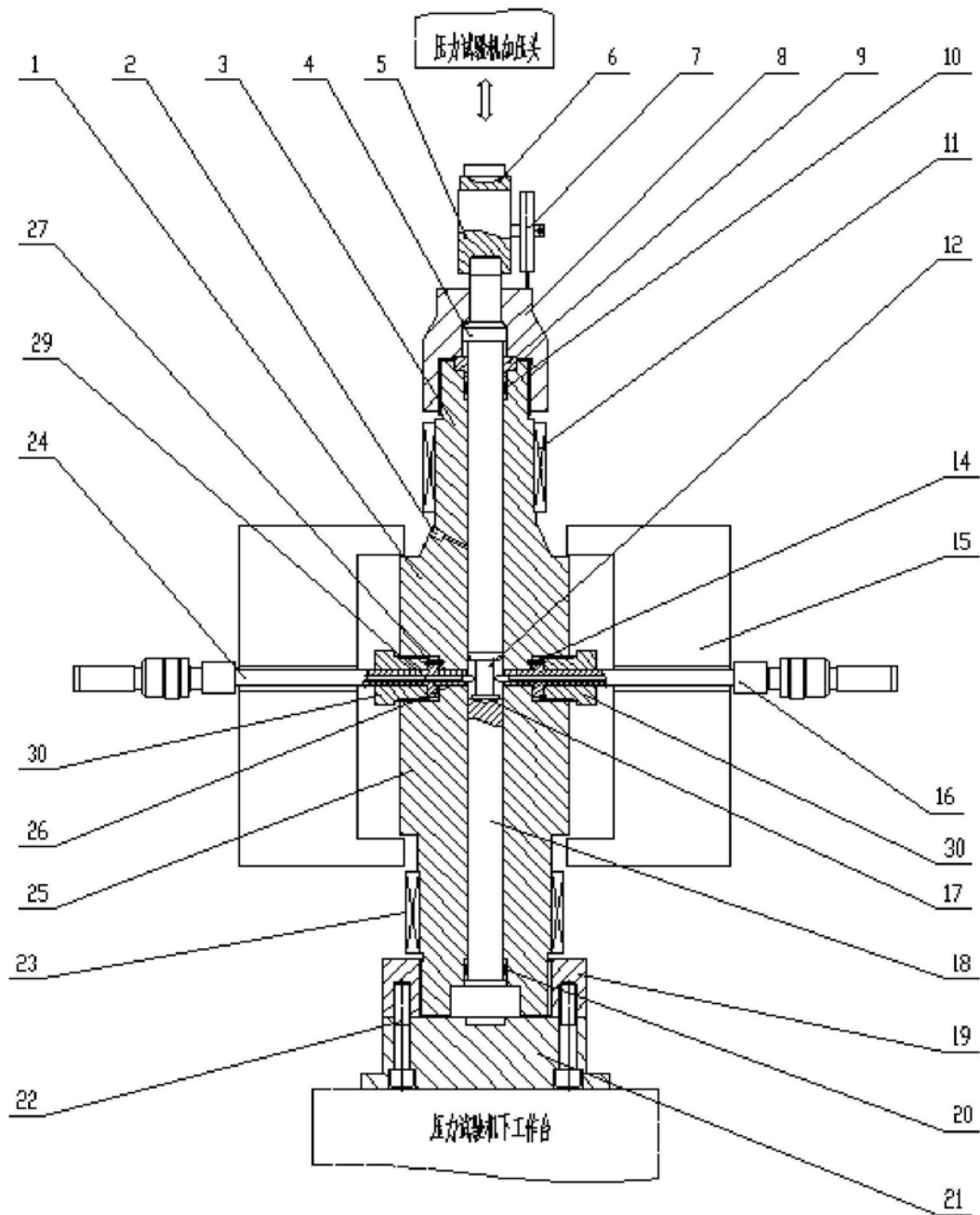


图1

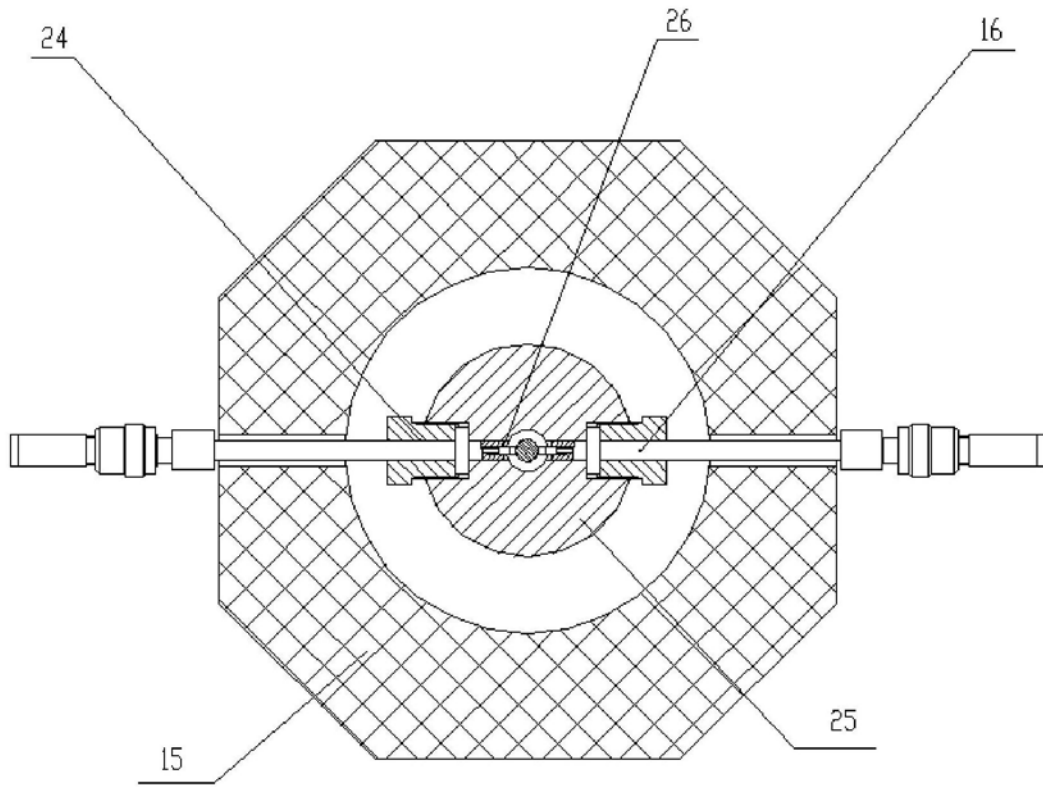


图2

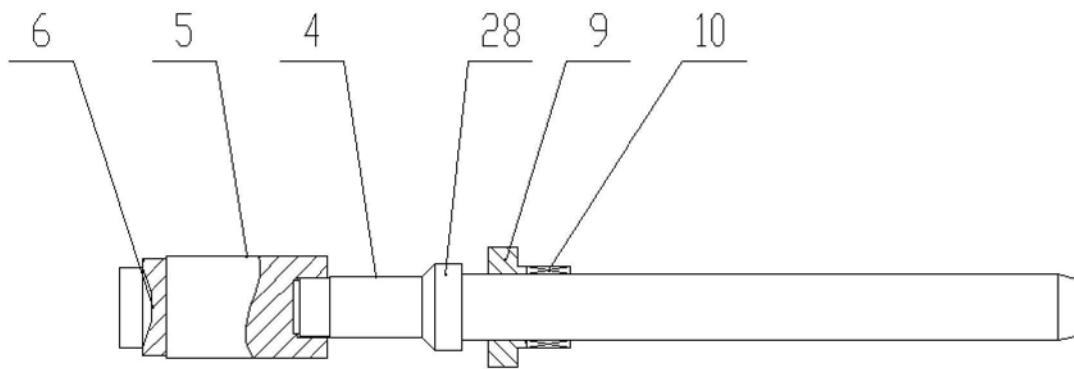


图3

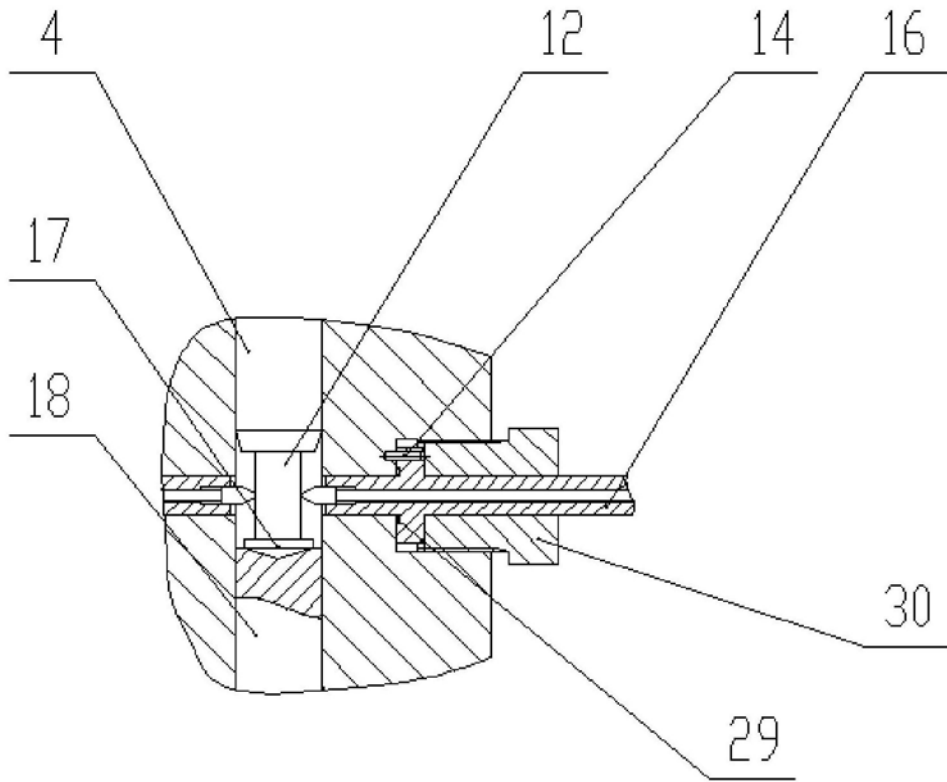


图4

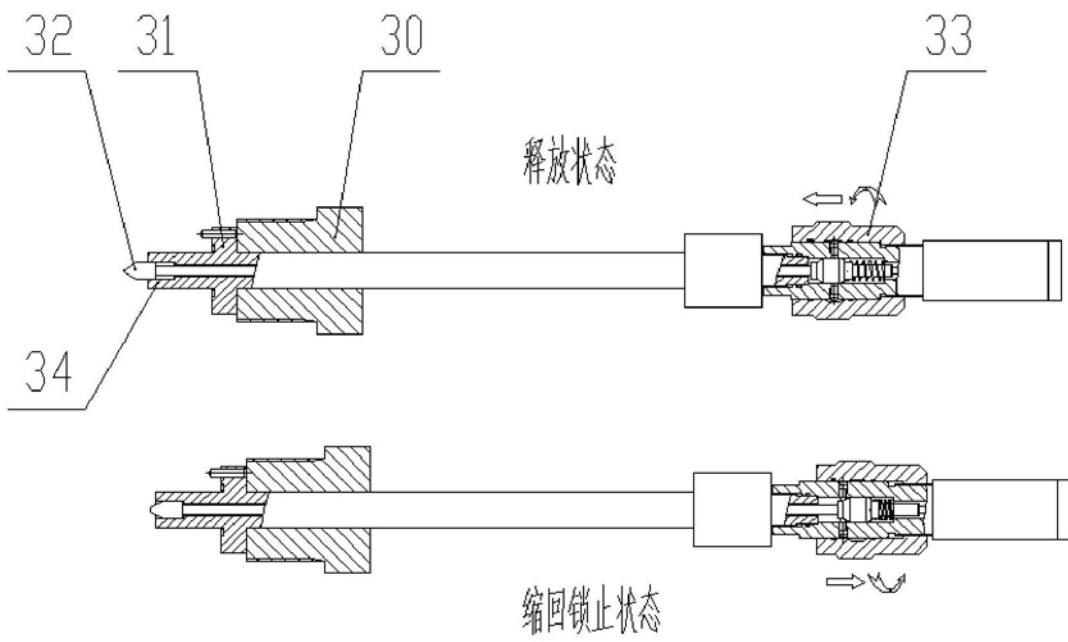


图5

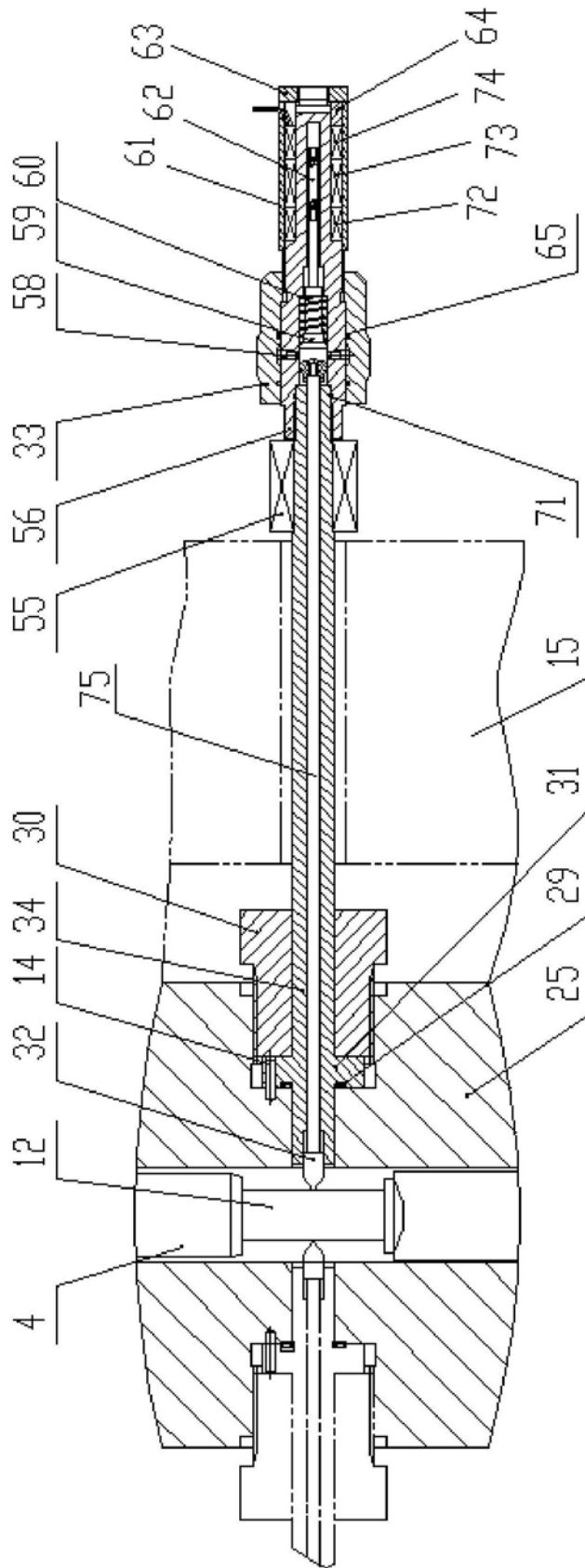


图6

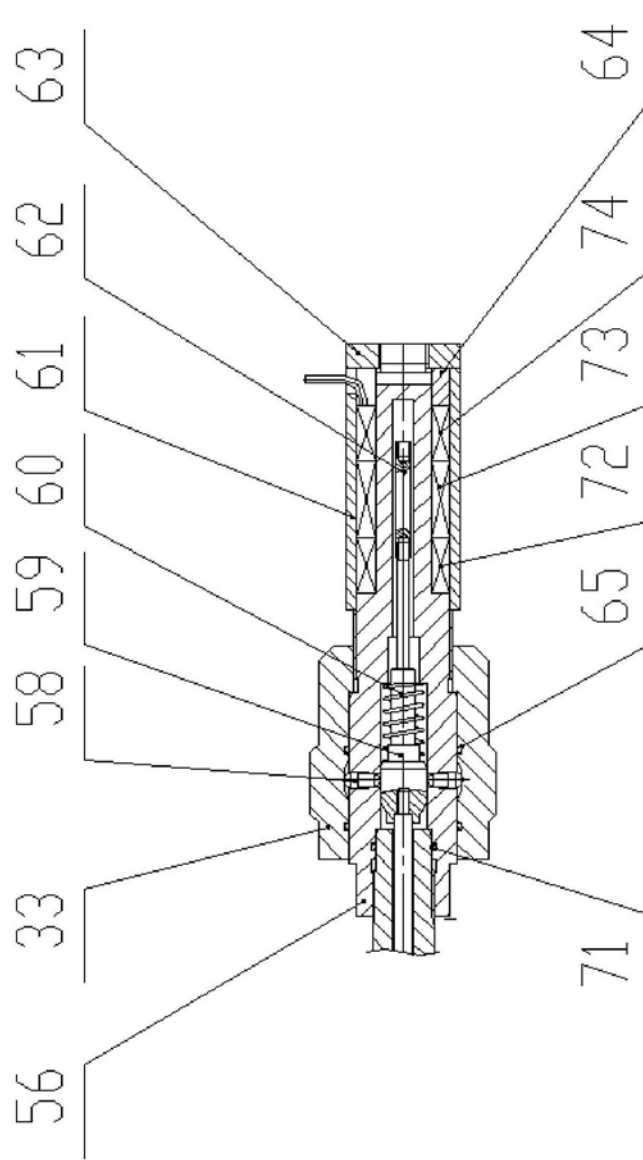


图7