



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108562498 B

(45) 授权公告日 2024. 02. 27

(21) 申请号 201810374892.X

(22) 申请日 2018.04.24

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108562498 A

(43) 申请公布日 2018.09.21

(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

(74) 专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所  
52100  
专利代理师 商小川

(51) Int. Cl.  
G01N 3/18 (2006.01)  
G01N 3/02 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 106950153 A, 2017.07.14
- CN 104677815 A, 2015.06.03
- CN 105486579 A, 2016.04.13
- CN 208254975 U, 2018.12.18
- CN 105910919 A, 2016.08.31
- CN 101629891 A, 2010.01.20
- CN 101634621 A, 2010.01.27
- CN 103196490 A, 2013.07.10
- CN 103278131 A, 2013.09.04
- CN 105806762 A, 2016.07.27
- CN 106596281 A, 2017.04.26
- CN 107271349 A, 2017.10.20
- CN 206920243 U, 2018.01.23
- CN 207123456 U, 2018.03.20
- FR 2761472 A1, 1998.10.02
- JP S59137839 A, 1984.08.08

审查员 褚为静

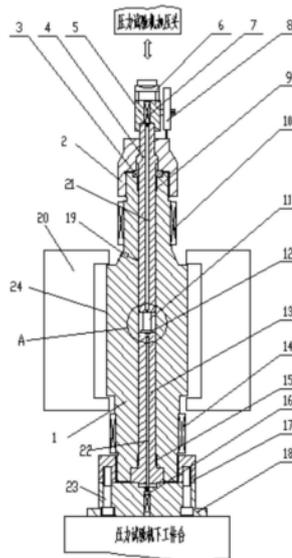
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置及其使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置及其使用方法,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,所述加热段凸环的外侧套接有环绕对剖式加热炉,在釜体的上端设有加压装置,在釜体的下端设有支撑装置,在釜体的腔体中部设有样品,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、高压力下  
CN 108562498 B



1. 一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置,其特征在于:它包括釜体(1)和加热炉(20),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(24),所述加热段凸环(24)的外侧套接有环绕对剖式加热炉(20),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)的腔体中部设有样品(11),在加热段凸环(24)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(19);

所述加压装置包含有螺母(2)和加压活塞杆(4),所述螺母(2)通过螺纹与釜体(1)的顶端连接,在螺母(2)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)的外侧壁上设有与螺母(2)相配合的限位凸台(25),在限位凸台(25)的下方设有压环(3),所述压环(3)的下方加压活塞杆(4)和釜体(1)之间设有上密封组件(9),加压活塞杆(4)的下端伸入到釜体(1)的腔体中,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),在活塞杆压头(5)的中间设有LVDT传感器二(7),所述LVDT传感器二(7)与延长测量杆一(21)相连接,延长测量杆一(21)设置于加压活塞杆(4)的内部空腔内,延长测量杆一(21)的底端头与加压活塞杆(4)的内壁接触,并与加压活塞杆(4)的下端部外侧距离为3~4mm;

所述支撑装置包含有法兰盘(17)、下釜塞(13)和底座(18),法兰盘(17)通过螺纹连接在釜体(1)的底端,底座(18)通过螺栓(23)与法兰盘(17)连接,在底座(18)的上方设有伸入釜体(1)内腔的下釜塞(13),所述下釜塞(13)与釜体(1)之间设有下密封组件(15),在底座(18)的中间设有LVDT传感器三(16),所述LVDT传感器三(16)与延长测量杆二(22)相连接,延长测量杆二(22)设置于下釜塞(13)的内部空腔内,延长测量杆二(22)的顶端头与下釜塞(13)的内壁接触,并与下釜塞(13)的上端部外侧距离为3~4mm;

所述活塞杆压头(5)的侧边固定连接 LVDT 传感器一(8),LVDT 传感器一(8)的测量杆端与螺母(2)的顶面接触。

2. 根据权利要求1所述的一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置,其特征在于:所述样品(11)的顶端面与加压活塞杆(4)的底端面平面接触,样品(11)的底端面通过下球面垫(12)与下釜塞(13)的顶端面平面和球面接触。

3. 根据权利要求1所述的一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置,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,加压活塞杆(4)的内侧壁与延长测量杆一(21)之间的间隙为0.5 mm。

4. 根据权利要求2所述的一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置,其特征在于:所述下釜塞(13)的外侧壁与釜体(1)之间的间隙为0.5~1.5mm,下釜塞(13)的内侧壁与延长测量杆二(22)之间的间隙为0.5 mm。

5. 根据权利要求1所述的一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置,其特征在于:所述釜体(1)的上部外侧活动套接有上冷却套(10),在釜体(1)的下部外侧活动套接有下冷却套(14),所述上冷却套(10)位于螺母(2)与加注孔(19)之间,所述下冷却套(14)位于法兰盘(17)与加热炉(20)之间。

6. 根据权利要求1~5任一项所述的一种用于高温高压下轴向压缩试验装置的使用方法,其特征在于:所述方法步骤为:一、试验装置组装:首先将釜体(1)与螺母(2)连接端朝下竖直放置,然后依次将下密封组件(15)、下釜塞(13)放入釜体(1)的内腔内,完成后装下冷却套(14)、法兰盘(17),接下来将延长测量杆二(22)装入下釜塞(13)的内孔内,LVDT 传感

器三(16)的传感器感应线圈装入底座(18)内,底座(18)倒扣到下釜塞(13)端面上,最后用螺栓(23)将法兰盘(17)与底座(18)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(18)朝下竖直放置,然后从釜体(1)内孔上方,依次放入下球面垫(12)、样品(11)、上密封组件(9)、压环(3)、加压活塞杆(4),其中下球面垫(12)使用前与下釜塞(13)的球形面精密对研并清洗,达到能吸附状态,内部完成后,接下来装上冷却套(10)、螺母(2)、活塞杆压头(5)、LVDT传感器一(8)及LVDT传感器二(7),安装LVDT传感器二(7)时先将延长测量杆一(21)装入加压活塞杆(4)内孔,传感器感应线圈装入活塞杆压头(5)后旋紧到加压活塞杆(4)端头,最后将LVDT传感器一(8)安装到活塞杆压头(5)上,试验装置组装完成;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装加热炉(20)、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;三、试验阶段:首先通过围压控制系统向高温高压下轴向压缩试验装置注入0.5MPa试验介质保护样品,防止加热过程中氧化,然后启动加热炉(20)对试验装置加热,加热过程由程序控制;加热温度到后,温度保持,压力控制系统向高温高压下轴向压缩试验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,接触高温高压下轴向压缩试验装置后,压力试验机加压力逐渐增加,由于加压活塞杆(4)下端面与样品(11)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(8)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(11)完全接触并预加载,此时对压力试验机、LVDT传感器数据清零,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变形量,在得到样品力与变形关系后,判断计算屈服强度、持久强度、极限破坏强度及弹性模量力学参数;计算关系式为:

$$\Delta L = \Delta L1 - \Delta L2 - \Delta L3$$

其中: $\Delta L$ -样品变形, $\Delta L1$ - LVDT传感器一(8)位移, $\Delta L2$ - LVDT传感器二(7)位移, $\Delta L3$ - LVDT传感器三(16)位移。

## 一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置及其使用方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种轴向压缩试验装置,尤其涉及一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置及其使用方法,属于材料试验机械技术领域。

### 背景技术

[0002] 弹性模量、屈服强度、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数据,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资料,其数据获取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。从资料看,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,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,几种装置其测量方式实质上都是常用的间接测量,通过计算转换成样品变形,保证检测精度的关键是排除测量环节的误差,几种装置虽然都安装了位移传感器力图排除测量环节的误差,但由于传感器都装于加压机构外部,离样品端很远,起不到应有作用,加压过程中活塞杆、安装底座变形,加压头与加压杆端面间接触变形及位移无法检测,因此其直接通过计算测量结果误差会很大,只有通过特殊方法校正,虽然活塞杆底座变形可以通过校正,但相关零件联结产生的接触变形及位移与安装有关,具有一定随机性不能准确排除,另外校正不是连续的,仅仅针对一些特征点进行,而测试试验是根据实际需要,两者之间存在差异;

[0006] (4) 专用压力试验机样品与加压机构间没有调整环节,平行度完全靠样品及加压机构保证,实际上很难做到,因为加工及装配环节都会有误差,累计误差相当大,而且这种误差有一定的随机性,加压过程中平行度如不能补偿,会造成样品局部变形,测得的变形量不准确。

[0007] 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

[0008] 本发明要解决的技术问题是:提供一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置及其使用方法,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、维护成本低的轴向压缩试验装置,解决了现有技术方案的不足。

[0009] 本发明的技术方案为:一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置,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,所述加热段凸环的外侧套接有环绕对剖式加热炉,在釜体的上端设有加压装置,在釜体的下端设有支撑装置,在釜体的腔体中部设有样品,在加热段凸环的上方釜体的侧壁上设有与釜体内腔相连接的加注孔。

[0010] 所述加压装置包含有螺母和加压活塞杆,所述螺母通过螺纹与釜体的顶端连接,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,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,在活塞杆压头的中间设有LVDT传感器二,所述LVDT传感器二与延长测量杆一相连接,延长测量杆一设置于加压活塞杆的内部空腔内,延长测量杆一的底端头与加压活塞杆的内壁接触,并与加压活塞杆的下端部外侧距离为3~4mm。

[0011] 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,所述下釜塞与釜体之间设有下密封组件,在底座的中间设有LVDT传感器三,所述LVDT传感器三与延长测量杆二相连接,延长测量杆二设置于下釜塞的内部空腔内,延长测量杆二的顶端头与下釜塞的内壁接触,并与下釜塞的上端部外侧距离为3~4mm。

[0012] 所述样品的顶端面与加压活塞杆的底端面平面接触,样品的底端面通过下球面垫与下釜塞的顶端面平面和球面接触。

[0013] 所述加压活塞杆的外侧壁与釜体之间的间隙为1~2mm,加压活塞杆的内侧壁与延长测量杆一之间的间隙为0.5 mm。

[0014] 所述下釜塞的外侧壁与釜体之间的间隙为0.5~1.5mm,下釜塞的内侧壁与延长测量杆二之间的间隙为0.5 mm。

[0015] 所述活塞杆压头的侧边固定连接LVDT传感器一,LVDT传感器一的测量杆端与螺母的顶面接触。

[0016] 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。

[0017] 一种用于高温高压下轴向压缩试验装置的使用方法,所述方法步骤为:一、试验装置组装:首先将釜体与螺母连接端朝下竖直放置,然后依次将下密封组件、下釜塞放入釜体的内腔内,完成后装下冷却套、法兰盘,接下来将延长测量杆二装入下釜塞的内孔内,LVDT传感器三的传感器感应线圈装入底座内,底座倒扣到下釜塞端面上,最后用螺栓将法兰盘与底座组合连接在一起,完成装置下部组装;下部安装完成后,颠倒反应釜以底座朝下竖直

放置,然后从釜体内孔上方,依次放入下球面垫、样品、上密封组件、压环、加压活塞杆,其中下球面垫使用前与下釜塞的球形面精密对研并清洗,达到能吸附状态,内部完成后,接下来装上冷却套、螺母、活塞杆压头、LVDT传感器一及LVDT传感器二,安装LVDT传感器二时先将延伸杆装入加压活塞杆内孔,传感器感应线圈装入活塞杆压头后旋紧到加压活塞杆端头,最后将LVDT传感器一安装到活塞杆压头上,试验装置组装完成;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装加热炉、连接围压控制系统,活塞杆压头顶端放置上球面垫,试验准备阶段完成;三、试验阶段:首先通过围压控制系统向高温高压下轴向压缩试验装置注入0.5MPa试验介质保护样品,防止加热过程中氧化,然后启动加热炉对试验装置加热,加热过程由程序控制;加热温度到后,温度保持,压力控制系统向高温高压下轴向压缩试验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,接触高温高压下轴向压缩试验装置后,压力试验机加压力逐渐增加,由于加压活塞杆下端面与样品之间装样时留有2mm左右间隙,加压活塞杆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,加压活塞杆与样品完全接触并预加载,此时对压力试验机、LVDT传感器数据清零,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变形量,在得到样品力与变形关系后,就可以判断计算屈服强度、持久强度、极限破坏强度、弹性模量等力学参数。

[0018] 所述计算关系式为:  $\Delta L = \Delta L1 - \Delta L2 - \Delta L3$

[0019] 其中:  $\Delta L$ -样品变形,  $\Delta L1$ - LVDT传感器一位移,  $\Delta L2$ - LVDT传感器二位移,  $\Delta L3$ - LVDT传感器三位移。

[0020] 本发明的有益效果是:与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0021] 1、由于加压机构内部内置传感器并采用特制的延长测杆将测量点延伸至最靠近样品两端,最大限度地排除了加压过程加压机构各环节变形影响,使测量精度大大提高,同时由于采用传感器直接排除了加压机构的变形,使装置测量精度标定更简单,只需常温标样比对即可。

[0022] 2、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。

[0023] 3、该装置作为一个完整部件,可以与不同压力试验机配合,其结构可推广到现有三轴压力试验机,具有更大实用价值。

[0024] 4、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。

[0025] 5、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。

[0026] 6、高温高压下轴向压缩试验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 $\mu$ m,准确度3 $\mu$ 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。

### 附图说明

[0027] 图1为本发明结构示意图；

[0028] 图2为本发明的加压活塞杆、活塞杆压头及LVDT传感器二组合示意图；

[0029] 图3为本发明的下釜塞与LVDT传感器三及底座组合示意图；

[0030] 图4 为本发明的加压活塞杆、样品、下球面垫组装示意图。

### 具体实施方式

[0031] 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。

[0032] 实施例1：如附图1~4所示，一种用于高温高压下轴向压缩试验的装置，它包括釜体1和加热炉20，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24，所述加热段凸环24的外侧套接有环绕对剖式加热炉20，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的腔体中部设有样品11，在加热段凸环24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19。本装置组装完成后可整体放置于压力试验机工作台上，由压力试验机通过加压活塞杆4等对样品11施加压力，加压试验模式及过程由压力试验机根据需要程序控制，压缩变形数据可由压力试验机或单独的计算机采集处理，试验温度由外接加热炉控制，加压介质及压力由外部压力控制系统从釜体1侧壁上方的加注孔19接口注入并控制。

[0033] 进一步的，加压装置包含有螺母2和加压活塞杆4，所述螺母2通过螺纹与釜体1的顶端连接，在螺母2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的外侧壁上设有与螺母2相配合的限位凸台25，在限位凸台25的下方设有压环3，所述压环3的下方加压活塞杆4和釜体1之间设有上密封组件9，加压活塞杆4的下端伸入到釜体1的腔体中，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，在活塞杆压头5的中间设有LVDT传感器二7，所述LVDT传感器二7与延长测量杆一21相连接，延长测量杆一21设置于加压活塞杆4的内部空腔内，延长测量杆一21的底端头与加压活塞杆4的内壁接触，并与加压活塞杆4的下端部外侧距离为3~4mm。

[0034] 进一步的，支撑装置包含有法兰盘17、下釜塞13和底座18，法兰盘17通过螺纹连接在釜体1的底端，底座18通过螺栓23与法兰盘17连接，在底座18的上方设有伸入釜体1内腔的下釜塞13，所述下釜塞13与釜体1之间设有下密封组件15，在底座18的中间设有LVDT传感器三16，所述LVDT传感器三16与延长测量杆二22相连接，延长测量杆二22设置于下釜塞13的内部空腔内，延长测量杆二22的顶端头与下釜塞13的内壁接触，并与下釜塞13的上端部外侧距离为3~4mm。

[0035] 进一步的，样品11的顶端面与加压活塞杆4的底端面平面接触，样品11的底端面通过下球面垫12与下釜塞13的顶端面平面和球面接触。活塞杆压头5上端面 and 样品11下端面分别设置上球面垫6及下球面垫12，两组球面垫成对使用，最大限度减小样品11及加压环节轴向倾斜对试验精度影响。

[0036] 进一步的，加压活塞杆4的外侧壁与釜体1之间的间隙为1~2mm，加压活塞杆4的内

侧壁与延长测量杆一21之间的间隙为0.5 mm。

[0037] 进一步的,下釜塞13的外侧壁与釜体1之间的间隙为0.5~1.5mm,下釜塞13的内侧壁与延长测量杆二22之间的间隙为0.5 mm。

[0038] 进一步的,活塞杆压头5的侧边固定连接有LVDT传感器一8,LVDT传感器一8的测量杆端与螺母2的顶面接触。活塞杆压头5与螺母2之间装有LVDT传感器一8测量加压活塞杆4加压位移;加压活塞杆4及下釜塞13内部分别装有带延长测量杆一21的LVDT传感器二7及带延长测量杆二22的LVDT传感器三16,用于测量装置加压环节变形,LVDT传感器一8、LVDT传感器二7以及LVDT传感器三16形成样品轴向变形闭环测量系统。

[0039] 进一步的,釜体1的上部外侧活动套接有上冷却套10,在釜体1的下部外侧活动套接有下冷却套14,所述上冷却套10位于螺母2与加注孔19之间,所述下冷却套14位于法兰盘17与加热炉20之间。

[0040] 一种用于高温高压下轴向压缩试验装置的使用方法,所述方法步骤为:一、试验装置组装:首先将釜体1与螺母2连接端朝下竖直放置,然后依次将下密封组件15、下釜塞13放入釜体1的内腔内,完成后装下冷却套14、法兰盘17,接下来将延长测量杆二22装入下釜塞13的内孔内,LVDT传感器三16的传感器感应线圈装入底座18内,底座18倒扣到下釜塞13端面上,最后用螺栓23将法兰盘17与底座18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18朝下竖直放置,然后从釜体1内孔上方,依次放入下球面垫12、样品11、上密封组件9、压环3、加压活塞杆4,其中下球面垫12使用前与下釜塞13的球形面精密对研并清洗,达到能吸附状态,内部完成后,接下来装上冷却套10、螺母2、活塞杆压头5、LVDT传感器一8及LVDT传感器二7,安装LVDT传感器二7时先将延伸杆装入加压活塞杆4内孔,传感器感应线圈装入活塞杆压头5后旋紧到加压活塞杆4端头,最后将LVDT传感器一8安装到活塞杆压头5上,试验装置组装完成;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装加热炉20、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;三、试验阶段:首先通过围压控制系统向高温高压下轴向压缩试验装置注入0.5MPa试验介质保护样品,防止加热过程中氧化,然后启动加热炉20对试验装置加热,加热过程由程序控制;加热温度到后,温度保持,压力控制系统向高温高压下轴向压缩试验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,接触高温高压下轴向压缩试验装置后,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11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传感器一8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11完全接触并预加载,此时对压力试验机、LVDT传感器数据清零,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变形量,在得到样品力与变形关系后,就可以判断计算屈服强度、持久强度、极限破坏强度、弹性模量等力学参数。

[0041] 进一步的,试验介质可以是氩气等惰性气以及水等弱腐蚀性液体,可以根据实验

的需要选择,本实施例中,选择为氩气。

[0042] 进一步的,计算关系式为:  $\Delta L = \Delta L1 - \Delta L2 - \Delta L3$

[0043] 其中:  $\Delta L$ -样品变形,  $\Delta L1$ - LVDT传感器一8位移,  $\Delta L2$ - LVDT传感器二7位移,  $\Delta L3$ - LVDT传感器三16位移。

[0044] 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。

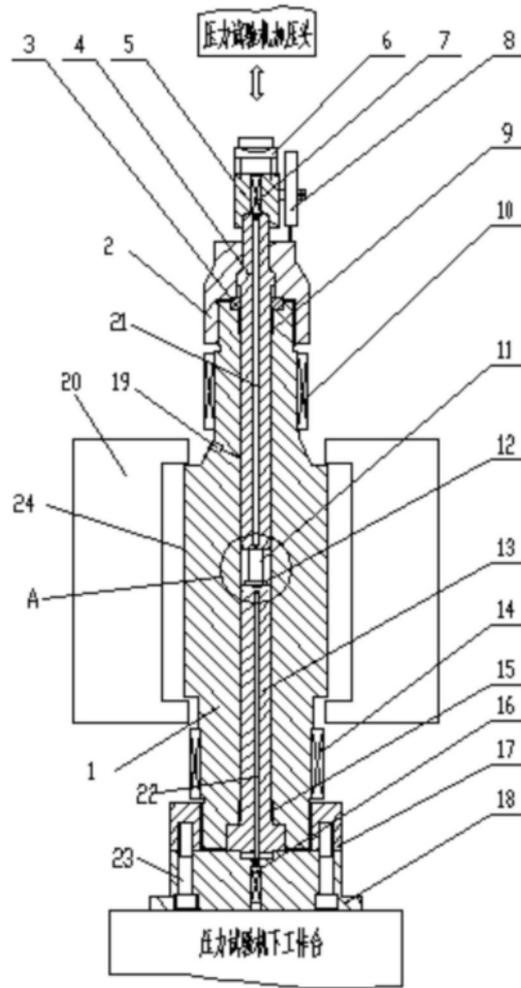


图1

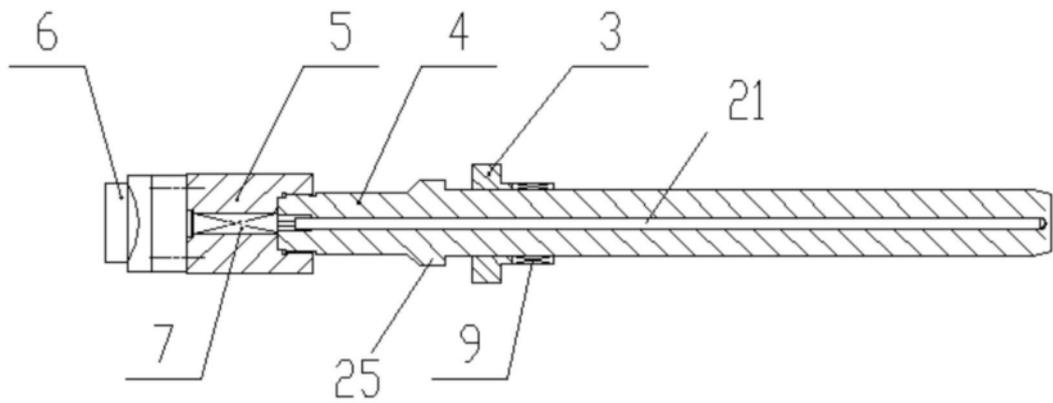


图2

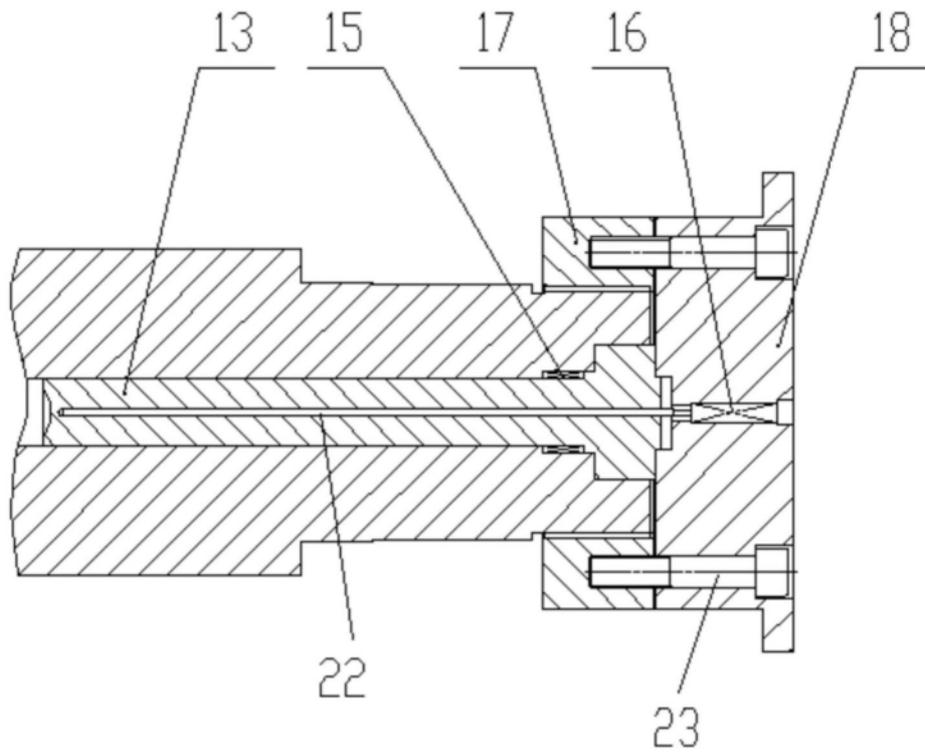


图3

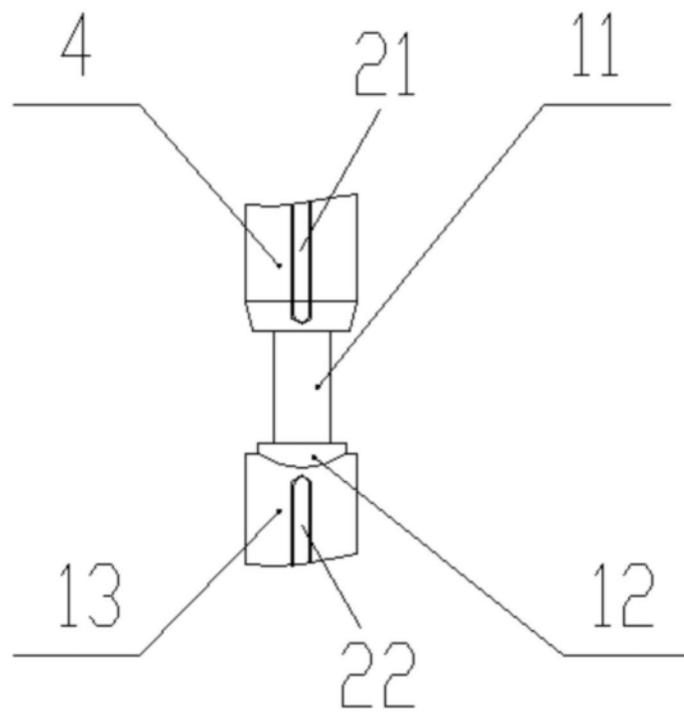


图4