



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207989022 U

(45)授权公告日 2018.10.19

(21)申请号 201820449639.1

(22)申请日 2018.04.02

(73)专利权人 长江水利委员会长江科学院  
地址 430010 湖北省武汉市黄浦大街23号

(72)发明人 刘元坤 艾凯 张新辉 付平  
许静 陈彤 杨君 殷剑波

(74)专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113  
代理人 孔敏

(51)Int.Cl.  
E21B 49/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

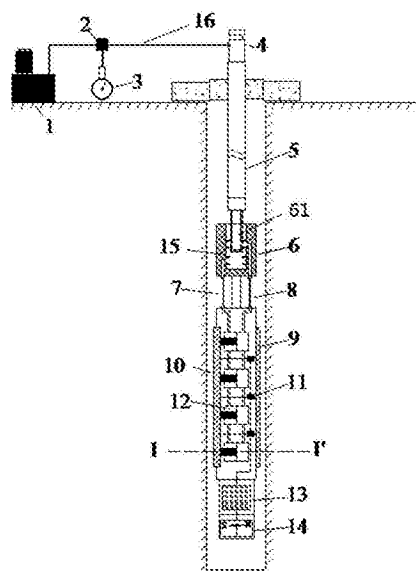
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54)实用新型名称

一种基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置

## (57)摘要

本实用新型提供一种基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置。所述装置包括高压水泵、与高压水泵连接的钻杆、钻孔变形计及装入钻孔变形计内部的位移计，钻孔变形计下部与数据采集仪相连接，钻孔变形计下部装有与数据采集仪相连接的三维电子罗盘，钻孔变形计下部与定向装置相连，上部与具有高压管路切换功能的转换阀相连。通过钻杆将钻孔变形计下放至预定的测试部位后，启动高压水泵通过钻杆、转换阀、钻孔变形计向钻孔孔壁施加压力，使钻孔孔壁在压力作用下产生一定变形，通过钻孔测试部位不同方位的压力作用下岩体产生的变形量与岩体的弹性模量计算钻孔横截面上的岩体应力状态。本实用新型克服了传统地应力测试方法的局限性，且不受测试深度的限制。



1. 一种基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置,其特征在于:包括高压水泵(1)、与高压水泵(1)连接的钻杆(5)、钻孔变形计(9)及装入所述钻孔变形计(9)内部的位移计(11),所述钻孔变形计(9)下部与数据采集仪(13)相连接,所述钻孔变形计(9)下部装有与数据采集仪(13)相连接的三维电子罗盘(14),用于测定钻孔变形计(9)中位移计(11)的方位,数据采集仪(13)用于同步采集记录保存试验压力及位移计(11)的位移量及方位;所述钻孔变形计(9)上部通过加压高压软管(7)和回压高压软管(8)与转换阀(6)相连,转换阀(6)通过钻杆(5)上下移动使钻孔变形计(9)与加压高压软管(7)和回压高压软管(8)之间进行连通切换,进而使得钻孔变形计(9)在膨胀与收缩之间进行切换。

2. 如权利要求1所述的基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置,其特征在于:所述转换阀(6)内部装有与钻杆(5)相连的管路切换轴(61),所述转换阀(6)内壁上设有密封圈(15),密封圈(15)在初始状态下阻隔管路切换轴(61)内腔加压液与加压高压软管(7)相通,通过管路切换轴(61)、密封圈(15)相互配合完成压力管路切换。

3. 如权利要求1所述的基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置,其特征在于:所述钻孔变形计(9)内部的位移计(11),用于测定岩体在压力作用下不同方位的变形量。

4. 如权利要求1所述的基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置,其特征在于:所述高压水泵(1)与钻杆(5)之间接有三通(2)和压力表(3)。

## 一种基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及岩石力学试验技术领域,具体是一种基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置。

### 背景技术

[0002] 地应力测试方法因测试基本原理不同以及不同需求,各有所长趋势。现实中,产生地应力的原因是十分复杂的,要弄清楚所有因素尚有困难。但就岩体工程建设本身而言,工程岩体中地应力的主要来源是岩体自重和各种地质构造运动,而实测地应力的工作具有直接、重要的意义。随着测试技术、测试理论及现代科技的进步,世界上地应力测定方法和技术已有上百种。

[0003] 根据不同的划分标准大致可分两大类,从测量内容上可分为绝对值测量和相对值测量,而依据绝对值测量基本原理又可分为直接测量法和间接测量法。目前,较为常用的绝对应力测量方法主要有水压致裂法、声发射法、钻孔崩落法、套芯应力解除法、应变恢复法等。其中,前3种方法属于直接测量方法,后2种方法属于间接测量方法。相对应力测量方法包括压磁法、压容法、体应变法、分量应变法及差应变法等。其中,最为常用的方法是钻孔应变测量,它包括钻孔分量应变法和钻孔体积应变法。目前,在国内外应用比较广泛是:应力解除法和水压致裂法。而套芯应力解除法中的测试精度问题已有学者和专家进行过一系列研究,但仍然存在诸如测试工艺(应变计内部结构优化、空心包体水下粘贴技术、地应力信息采集等)及测试理论(弹性常数的获取)等问题;传统水压致裂法的在三维地应力测量中的理论仍需完善,以切合工程实际;极高应力工程区地应力测量方法亟需研发,以满足人类工程在地壳纵深上的发展需求。

[0004] 由于地应力测试方法都具有各自的优势与局限性,传统地应力测量分析方法难以要满足深钻孔、高应力条件下的地应力测量,这必须改进测试方法及完善测试理论,以及克服上述关键技术难题。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型提出了一种基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置,主要解决的是深钻孔、高应力条件下的岩体应力测定的关键技术问题,满足深钻孔、高应力条件下的地应力测量。

[0006] 为解决上述技术问题,本实用新型采用如下技术方案:

[0007] 一种基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置,包括高压水泵、与高压水泵连接的钻杆、钻孔变形计及装入所述钻孔变形计内部的位移计,所述钻孔变形计下部与数据采集仪相连接,所述钻孔变形计下部装有与数据采集仪相连接的三维电子罗盘,用于测定钻孔变形计中位移计的方位,数据采集仪用于同步采集记录保存试验压力及位移计的位移量及方位;所述钻孔变形计上部通过加压高压软管和回压高压软管与转换阀相连,转换阀通过钻杆上下移动使钻孔变形计与加压高压软管和回压高压软管之间进行连通切换,进而

使得钻孔变形计在膨胀与收缩之间进行切换。

[0008] 进一步的,所述转换阀内部装有与钻杆相连的管路切换轴,所述转换阀内壁上设有密封圈,密封圈在初始状态下阻隔管路切换轴内腔加压液与加压高压软管相通,通过管路切换轴、密封圈相互配合完成压力管路切换。

[0009] 进一步的,所述钻孔变形计内部的位移计,用于测定岩体在压力作用下不同方位的变形量。

[0010] 进一步的,所述高压水泵与钻杆之间接有三通和压力表。

[0011] 本实用新型是基于深钻孔孔径变形测定岩体应力状态,通过钻杆将钻孔变形计下放至预定的测试部位后,启动高压水泵通过钻杆、转换阀、钻孔变形计向钻孔孔壁施加压力,使钻孔孔壁在压力作用下产生一定变形;通过钻孔测试部位不同方位的压力作用下岩体产生的变形量与岩体的弹性模量计算钻孔横截面上的岩体应力状态,克服了传统水压致裂法无法完成深钻孔高应力条件下岩体压裂过程以及套芯应力解除法解除过程中因岩芯饼化难以获得完整岩芯的局限性。

## 附图说明

[0012] 图1是本实用新型基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置的结构示意图;

[0013] 图2是本实用新型基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置的俯视图。

[0014] 图中:1—高压水泵、2—三通、3—压力表、4—闷头、5—钻杆、6—转换阀、7—加压高压软管、8—回压高压软管、9—钻孔变形计、10—承压板、11—位移计、12—油缸、13—数据采集仪、14—三维电子罗盘、61—管路切换轴。

## 具体实施方式

[0015] 下面将结合本实用新型中的附图,对本实用新型中的技术方案进行清楚、完整地描述。

[0016] 参考图1、图2,本实用新型提供一种基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试装置,包括高压水泵1、三通2、压力表3、闷头4、钻杆5、转换阀6、加压高压软管7、回压高压软管8、钻孔变形计9、承压板10、位移计11、油缸12、数据采集仪13、三维电子罗盘14。

[0017] 所述钻孔变形计9下部与数据采集仪13相连,上部通过加压高压软管7和回压高压软管8与转换阀6相连;钻孔变形计9内部包含位移计11和油缸12,表面装有承压板10,承压板10与位移计11相连接。

[0018] 所述转换阀6通过管路切换轴61与钻杆5相连接;管路切换轴61位于转换阀6内部。所述钻杆5通过闷头4、高压软管16与压力表3、高压水泵1相连接。

[0019] 初始状态时,管路切换轴61内腔与回压高压软管8连通。

[0020] 上述技术方案中,所述转换阀6内壁上设有密封圈15,密封圈15能够满足高压密封试验要求,其在初始状态下阻隔管路切换轴61内腔加压液与加压高压软管7相通。

[0021] 上述技术方案中,通过管路切换轴61、密封圈15相互配合完成压力管路切换。

[0022] 本实用新型通过测定深钻孔不同测试部位不同方位一定压力作用下的岩体变形量,然后利用岩体的弹性模量,通过弹性理论公式计算出所在部位的岩体应力状态,从而为隧洞或地下洞室设计提供基础数据。

[0023] 使用本实用新型进行基于深钻孔孔径变形测定的地应力测试方法具体包括如下步骤:

[0024] 步骤1:首先,将钻孔变形计9与钻杆5相连接,钻孔变形计9的上部装有可进行高压管路切换的转换阀6,下部装有数据采集仪13和三维电子罗盘14;

[0025] 步骤2:通过钻杆5将钻孔变形计9下放至预定的试验部位;

[0026] 步骤3:启动试验加压系统的高压水泵1进行加压,转换阀6通过钻杆5上下移动进行切换,转换阀6先切换使高压管路与加压高压软管7连通,水压力通过加压高压软管7作用于钻孔变形计9,此时,钻孔变形计9带动钻孔变形计9内部的位移计11动作;同时,数据采集仪13同步采集记录保存试验压力及位移计11的位移量及方位,待试验压力加至预定压力后卸压至零点,通过钻杆下放切换转换阀6,使高压管路与钻孔变形计9的回压高压软管8相通,继续启动试验加压系统的高压水泵1进行加压,使得钻孔变形计9充分收缩至初始位置而脱离孔壁;

[0027] 步骤4:转动测试系统到下一个不同方位,重复步骤3的试验过程。试验方位不得小于3个;

[0028] 步骤5:通过步骤3中所采集记录的钻孔变形位移量和方位,利用下式计算出测试部位的地应力量值及方位:

$$\begin{aligned} \sigma_x = & \\ & \left\{ E(1-\mu^2) \frac{U_{\theta_1}}{d} (\sin 2\theta_2 - \sin 2\theta_3) + E(1-\mu^2) \frac{U_{\theta_2}}{d} (\sin 2\theta_3 - \sin 2\theta_1) + E(1-\mu^2) \frac{U_{\theta_3}}{d} (\sin 2\theta_1 - \sin 2\theta_2) + \right. \\ [0029] & \left. 2E(1-\mu^2) \left( \frac{U_{\theta_3}}{d} \sin 2(\theta_2 - \theta_1) + \frac{U_{\theta_2}}{d} \sin 2(\theta_1 - \theta_3) + \frac{U_{\theta_1}}{d} \sin 2(\theta_3 - \theta_2) \right) \right\} / \\ & \left\{ 4(1-\mu^2)^2 (\sin 2(\theta_2 - \theta_1) + \sin 2(\theta_1 - \theta_3) + \sin 2(\theta_3 - \theta_2)) \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_y = & \\ & - \left\{ E(1-\mu^2) \frac{U_{\theta_1}}{d} (\sin 2\theta_2 - \sin 2\theta_3) + E(1-\mu^2) \frac{U_{\theta_2}}{d} (\sin 2\theta_3 - \sin 2\theta_1) + E(1-\mu^2) \frac{U_{\theta_3}}{d} (\sin 2\theta_1 - \sin 2\theta_2) - \right. \\ [0030] & \left. 2E(1-\mu^2) \left( \frac{U_{\theta_3}}{d} \sin 2(\theta_2 - \theta_1) + \frac{U_{\theta_2}}{d} \sin 2(\theta_1 - \theta_3) + \frac{U_{\theta_1}}{d} \sin 2(\theta_3 - \theta_2) \right) \right\} / \\ & \left\{ 4(1-\mu^2)^2 (\sin 2(\theta_2 - \theta_1) + \sin 2(\theta_1 - \theta_3) + \sin 2(\theta_3 - \theta_2)) \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_{xy} = & \\ [0031] & - \left\{ E \frac{U_{\theta_1}}{d} (\cos 2\theta_2 - \cos 2\theta_3) + E \frac{U_{\theta_2}}{d} (\cos 2\theta_3 - \cos 2\theta_1) + E \frac{U_{\theta_3}}{d} (\cos 2\theta_1 - \cos 2\theta_2) \right\} / \\ & \left\{ 4(1-\mu^2) (\sin 2(\theta_2 - \theta_1) + \sin 2(\theta_1 - \theta_3) + \sin 2(\theta_3 - \theta_2)) \right\} \end{aligned}$$

[0032] 式中: $\sigma_x$ 、 $\sigma_y$ 、 $\tau_{xy}$ 分别为大地坐标系下X轴、Y轴方向应力、xy面上的剪应力,E为岩体的弹性模量, $\mu$ 为岩体的泊松比, $U_{\theta_1}$ 、 $U_{\theta_2}$ 和 $U_{\theta_3}$ 为测试部位不同方位一定压力作用下的岩体变形,d为钻孔孔径, $\theta$ 为钻孔变形计所处的方位,其中 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$ 为三个钻孔变形计与X轴之间的夹角,大地坐标系正北向,Y轴为大地坐标系正西向,右手系;

[0033] 步骤6:待试验步骤3进行3次或3次以上后,方可提升或下放试验系统至另一个试验部位。通过获得同一部位不同方位至少3个的数据,采用步骤5中的公式才能计算出该测试部位的应力状态。

[0034] 本实用新型克服传统水压致裂法无法完成深钻孔高应力条件下岩体压裂过程以及套芯应力解除法解除过程中因岩芯饼化难以获得完整岩芯的局限性。

[0035] 本实用新型方法适用于岩石单轴饱和强度大于30MPa的各类岩体。本说明书未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

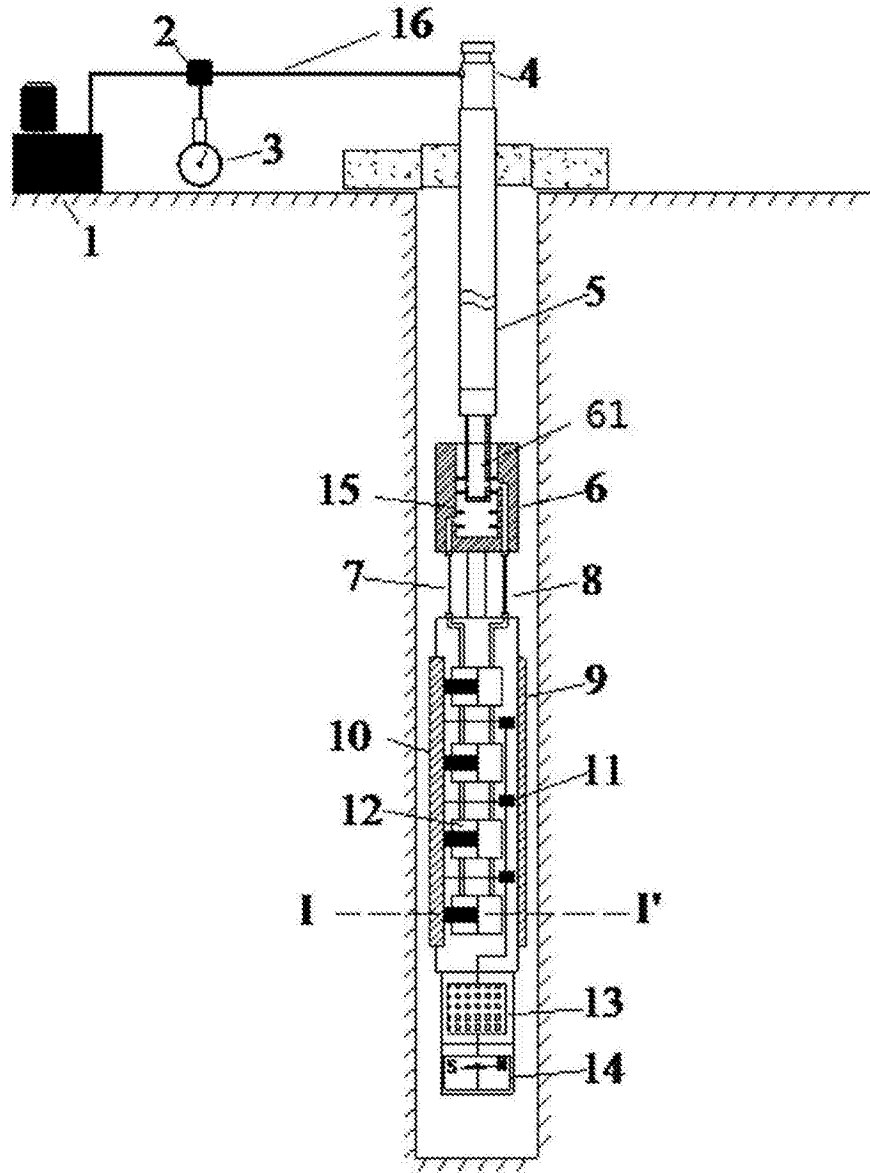


图1

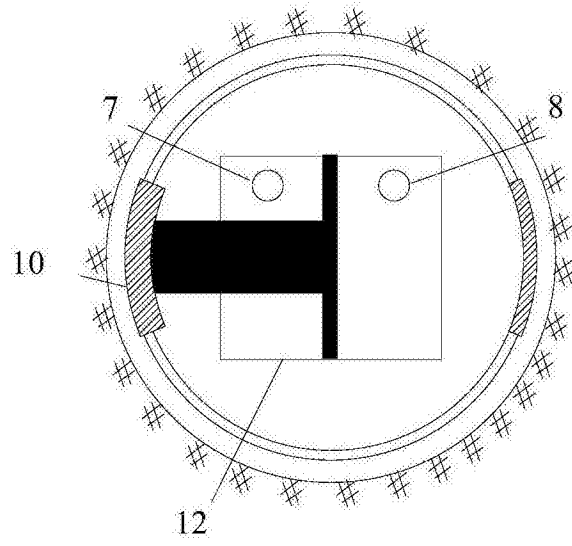


图2